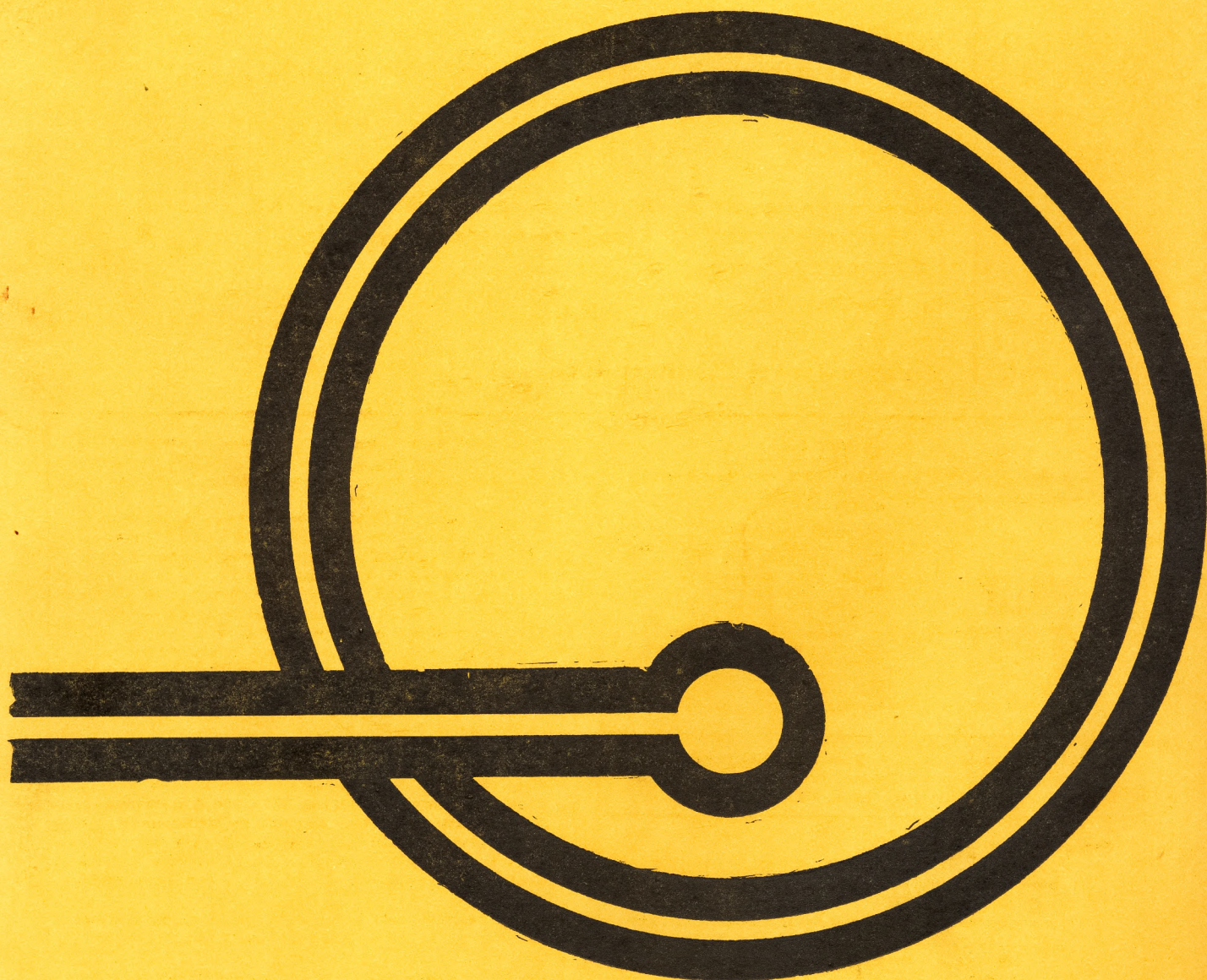


8 1988
sierpień

AUTOMATYKA KOLEJOWA

**STEROWANIE RUCHEM. ŁĄCZNOŚĆ.
INFORMATYKA**

PL ISSN 0137-2858



PKP 

- | | |
|------------|--|
| 153 | STANISŁAW STANKIEWICZ
Technika światłowodowa — niektóre podstawowe pojęcia i określenia |
| 160 | JÓZEF WIECZOREK
Niektóre aspekty utrzymania i przebudowy elektrycznych obwodów torowych |
| 166 | 30 lat wydziału „Telekomunikacja kolejowa” w Technikum Kolejowym w Krakowie — JAN MACHLOWSKI |
| 170 | ROMAN SABAT
Urządzenia kontroli przebiegu pojemników w trasie poczty pneumatycznej na stacji Wrocław Brochów |
| 173 | Wieloprocessorowy system kierowania ruchem (WSKR) w obszarze sieci PKP i podsystem przekazywania informacji o pociągach |

4 s. okł.

Z zagranicznej literatury fachowej



Wydawca:
WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI I ŁĄCZNOŚCI
ul. Kazimierzowska 52
02-546 WARSZAWA
Skanowanie: Artur Palka

PL ISSN 0137-2858

REDAKCJA
ul. Kazimierzowska 52,
02-546 Warszawa, tel. 49-91-78
lub 49-27-51 wew. 293;
kolej. 16-60

Redaguje kolegium w składzie:
prof. dr hab. M. Dąbrowa-Bajon, mgr inż. N. Gruchała
(z-ca red. naczelnego), mgr inż. Z. Mościcki (red. naczelny), dr inż. J. Suchodolski, dr R. Matys, mgr inż. St. Góras, D. Kaczmarek (sekretarz redakcji), st. korektor Anna Przybysz;
przy współpracy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji

Nakład 1950 egz. format A4, Drukarnia Kolejowa, Przedsiębiorstwo Państwowe, Zakład Prowadzący, ul. Felińskiego 2a, 01-513 Warszawa. Zam. 900. U-22.

Warunki prenumeraty:

1. dla osób prawnych — instytucji i zakładów pracy:
 - instytucje i zakłady pracy zlokalizowane w miastach wojewódzkich i pozostałych miastach, w których znajdują się siedziby Oddziałów RSW „Prasa — Książka — Ruch” zamawiają prenumeratę w tych oddziałach;
 - instytucje i zakłady pracy zlokalizowane w miejscowościach, gdzie nie ma Oddziałów RSW „Prasa — Książka — Ruch” i na terenach wiejskich

opłacają prenumeratę w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

2. dla osób fizycznych — indywidualnych prenumeratorów:

- osoby fizyczne zamieszkałe na wsi i w miejscowościach, gdzie nie ma Oddziałów RSW „Prasa — Książka — Ruch” opłacają prenumeratę w urzędach pocztowych i u doręczycieli;
- osoby fizyczne zamieszkałe w miastach — siedzibach Oddziałów RSW „Prasa — Książka — Ruch”, opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych nadawczo-oddawczych właściwych dla miejsca zamieszkania prenumeratora. Wpłaty dokonują używając „blankietu wpłaty” na rachunek bankowy miejscowego Oddziału RSW „Prasa — Książka — Ruch”.

3. Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa — Książka — Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictwa, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO XV Oddział w Warszawie Nr 1658-201045-139-11. Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę pocztą zwykłą jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zlecających indywidualnych i o 100% dla zlecających instytucji i zakładów pracy.

Terminy przyjmowania prenumeraty na kraj i za granicę:

- od dnia 10 listopada na I kwartał, I półrocze roku następnego oraz cały rok następny,
- do dnia 1 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty roku bieżącego.

Cena prenumeraty: rocznej — zł 600, półrocznej — zł 300, kwartalnej — zł 150.

AUTOMATYKA KOLEJOWA



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

ROK XI (XXXV)

Nr 8 • SIERPIEŃ • 1988

mgr inż. STANISŁAW STANKIEWICZ

CNTK, Zakład Automatyki
i Telekomunikacji

Technika światłowodowa — niektóre podstawowe pojęcia i określenia

Rozwojowi i stosowaniu techniki światłowodowej poświęca się dzisiaj dużo uwagi. Tę nową dziedzinę nauki i techniki nazywa się obecnie dość często optoelektroniką światłowodową. Światłowód spełnia w tej technice główną rolę, a w systemach funkcjonalnych uzupełniają go elementy optoelektroniczne (źródła światła i fotodetektory) i optyczne (sprzęgacze, rozgałęźniacze, filtry itp.).

Wraz z rozwojem techniki światłowodowej powstało wiele nowych pojęć i określeń, odmiennych od słownictwa telekomunikacyjnego, a stosowanych powszechnie w literaturze technicznej dotyczącej światłowodów i optotelekomunikacji. Podane niżej ich znaczenia nie mają charakteru obowiązującej terminologii w omawianej dziedzinie. Mogą one jednakże przybliżyć zagadnienia techniki światłowodowej, zwłaszcza w odniesieniu do potencjalnie największego obszaru zastosowań światłowodów, jakim jest telekomunikacja.

Absorpcja światła — zjawisko fizyczne polegające na pochłanianiu energii optycznej w rdzeniu światłowodu, powodowane głównie przez zanieczyszczenia szkła jonami metali i obecność grup wodorotlenowych, a także przez defekty w jednolitej strukturze szkła. Absorpcja stanowi jedną z głównych przyczyn tłumienia sygnałów optycznych w światłowodach.

Apertura numeryczna (NA) — parametr optyczny światłowodu określający zdolność akceptacji światła padającego na jego powierzchnię czołową. Inaczej można powiedzieć, że NA jest to ilość energii optycznej, jaka może być wprowadzona do światłowodu (akceptowana przez światłowód). Wartość NA zależy od kąta granicznego, pod jakim mogą padać promienie na powierzchnię czołową światłowodu, aby mogły rozprzestrzenić się w jego rdzeniu.

Z optyki geometrycznej wynika teoretyczna wartość NA, którą określa się ze wzoru:

$$NA_{\text{tmax}} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

gdzie: n_1 — maksymalna wartość współczynnika załamania w rdzeniu światłowodu; n_2 — wartość współczynnika załamania w płaszczu.

Efektywną wartość apertury numerycznej określa się jako sinus kąta granicznego

$$NA_{\text{ef}} = \sin \Theta_{gr}$$

gdzie: Θ_{gr} — maksymalny kąt wprowadzania (lub wyprowadzania) promieni do (ze) światłowodu, aby mogły być w nim propagowane; kąt ten jest mierzony pomiędzy osią wzdłużną światłowodu a promieniem południkowym w ustalonym (stacjonarnym) stanie modowym.

APD (avalanche photodiode) — patrz fotodioda lawinowa.

Charakterystyka spektralna światłowodu — charakterystyka włókna optycznego zależna od długości fali. Najczęściej tym terminem określa się krzywą przedstawiającą przebieg zmian tłumienności jednostkowej światłowodu w funkcji długości fali.

Częstotliwość znormalizowana — parametr określający własności transmisyjne światłowodu (warunki rozprzestrzeniania się danego modu we włóknie). Wartość częstotliwości znormalizowanej wyznacza się z zależności:

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \text{ z założeniem } n_1 > n_2$$

gdzie:

$\frac{2\pi}{\lambda_0}$ — stała propagacji fali w próżni,

λ_0 — długość fali w próżni,

n_1, n_2 — współczynniki załamania, odpowiednio w rdzeniu i w płaszczu,

a — średnica rdzenia światłowodu.

Wielkość V określa liczbę modów rozprzestrzeniających się w światłowodzie; jak wynika ze wzoru,

V zależy od geometrii włókna i różnicy współczynników załamania.

Czułość fotodiody — parametr określający sprawność kwantową fotodiody, wynikającą ze stosunku generowanego prądu fotonowego do zaabsorbowanej mocy optycznej; najczęściej podawana w A/W.

Czułość odbiornika optycznego (fotodetektora) — wymagana wartość minimalnego poziomu odbieranej mocy optycznej sygnału, aby zapewnić otrzymanie założonej stopy błędów; podawana jest w nW (W) lub dBm.

Demultiplekser światłowodowy — pasywny element optyczny (np. siatka dyfrakcyjna, filtr interferencyjny, pryzmat) stosowany w światłowodowych systemach pracujących na zasadzie podziału długości fali (w transmisji wielofalowej). Umożliwia rozdzielanie poszczególnych długości fal (kanałów optycznych) na pojedyncze tory światłowodowe.

Detektor optyczny — element optoelektroniczny stosowany do przekształcania sygnałów optycznych na elektryczne.

Dioda elektroluminescencyjna (DEL) — rodzaj diody półprzewodnikowej stanowiącej źródło optycznego promieniowania, emitujące światło niespójne (niekoherentne) o stosunkowo dużej szerokości spektralnej (widmowej). Działanie DEL polega na wyzwoleniu spontanicznej emisji fotonów pod wpływem prądu sterującego złącem p-n. Typowa wartość pasma modulacji DEL nie przekracza 100 MHz. DEL są wykorzystywane z reguły w światłowodowych systemach transmisyjnych pracujących w I i II oknie ($\lambda = 0,85 \mu\text{m}$ i $1,3 \mu\text{m}$).

Dioda laserowa (laser półprzewodnikowy) — dioda półprzewodnikowa stanowiąca źródło emitujące światło czasowo i przestrzennie spójne, o małej szerokości spektralnej (o wąskim widmie promieniowania). W diodzie laserowej następuje wymuszona emisja promieniowania koherentnego, dzięki rekombinacji nośników ładunku w złączu p-n, stanowiącym rezonator optyczny. Powyżej progu wzbudzenia (prądu progowego) lasera występuje wzrost natężenia promieniowania i zawężenia widma. Diody laserowe w porównaniu z DEL charakteryzują się większą mocą promieniowania optycznego i jego kierunkowością (węższym widmem, rzędu 1–2 nm), a także większą szybkością działania. Pasma modulacji diod laserowych zawiera się w zakresie kilku GHz.

Dopuszczalny promień zginania światłowodu — najmniejszy promień zginania włókna optycznego bez spowodowania uszkodzeń mechanicznych i wzrostu jego tłumienności.

Dyspersja światłowodowa (opóźnienie modowe) — zjawisko fizyczne wywołujące zniekształcenia propagowanych światłowodem sygnałów optycznych. W przypadku transmisji sygnałów typu cyfrowego powoduje ona (dyspersja) głównie odkształcenie grzbietu impulsów i ich poszerzenie. Może to spowodować częściowe nałożenie się na siebie impulsów sąsiednich (tzw. rozmycie impulsów). Przy sygnałach analogowych występują zniekształcenia fazowe. Dyspersja ogranicza pasmo przenoszenia światłowodu. Z fizycznego punktu widzenia w światłowodach wy-

stępują trzy rodzaje dyspersji, a mianowicie: modowa, materiałowa i falowodowa. Dwa ostatnie rodzaje nazywane są dyspersją chromatyczną (częstotliwościową). Dyspersja jest wyrażana w jednostce czasu na km długości światłowodu (ns/km lub ps/km).

Dyspersja chromatyczna — zjawisko zniekształcenia sygnałów powstające w światłowodach na skutek stosowania źródeł światła o określonej szerokości spektralnej promieniowania oraz związane z dyspersją samego ośrodka i jego strukturą geometryczną. Na dyspersję chromatyczną składają się dyspersje: materiałowa i falowodowa.

Dyspersja falowodowa — zniekształcenie sygnałów optycznych w światłowodzie, występujące przy niemonochromatycznym źródle światła w wyniku zależności (zmian) stałej propagacji (prędkości grupowej) danego modu od długości fali. Ten rodzaj dyspersji zależy w znacznym stopniu od profilu współczynnika załamania w światłowodzie. W praktyce dyspersja falowodowa występuje razem z dyspersją materiałową i ma większe oddziaływanie w światłowodach jednomodowych.

Dyspersja materiałowa — parametr charakteryzujący zniekształcanie sygnałów optycznych w światłowodzie, powstające przy niemonochromatycznym źródle światła, o skończonej szerokości spektralnej, w wyniku zależności (zmian) współczynnika załamania ośrodka (rdzenia) od długości transmitowanej fali. Jednostkowe poszerzenie impulsu optycznego spowodowane dyspersją materiałową zależy od szerokości spektralnej źródła światła i wyraża się w ns (ps) na $\text{nm} \cdot \text{km}$. Dyspersja materiałowa dla światłowodów ze szkła kwarcowego osiąga wartość zerową przy długości fali w pobliżu $1,3 \mu\text{m}$.

Dyspersja modowa — parametr określający miarę zniekształcenia sygnałów w światłowodzie w wyniku różnej prędkości grupowej propagowanych modów. Maksymalna różnica czasu transmisji modów składowych impulsu stanowi miarę dyspersji modowej światłowodu. Z zasad optyki geometrycznej wynika, że dyspersja modowa światłowodu o profilu skokowym stanowi różnicę czasu przejścia promieni po najdłuższej (promień wchodzący do rdzenia pod kątem granicznym) i najkrótszej (promień wzdłuż osi światłowodu) drodze propagacji. Dyspersja modowa i wynikające z niej zniekształcenia sygnałów nie występują, gdy w światłowodzie jest propagowany tylko jeden mod (np. w światłowodzie jednomodowym).

Energia promieniowania — nadawana lub odbierana energia optyczna, która jest przekazywana przez fale elektromagnetyczne z zakresu promieniowania optycznego.

Eliptyczność rdzenia (płaszcza) światłowodu — parametr określony wzorem:

$$e = \frac{D - d}{D} \cdot 100\%$$

gdzie: D — średnica najmniejszego okręgu opisanego na zewnątrz przekroju poprzecznego rdzenia (płaszcza); d — średnica największego okręgu wpisanego w przekrój rdzenia (płaszcza). Uwaga: oba zdefiniowane okręgi mają wspólne środki ze środkiem rdzenia (płaszcza).

Fotodioda — dioda półprzewodnikowa, w której w wyniku absorpcji promieniowania optycznego jest wytwarzany prąd fotonowy.

Fale świetlne — fale elektromagnetyczne z zakresu widma optycznego. Pojęcie „fale świetlne” lub „światło” odnosiło się dotychczas zasadniczo do zakresu widma widzialnego ($\lambda = 380 \div 780$ nm). Akcentując wspólne cechy fizyczno-techniczne fal z zakresu bliskiej podczerwieni ($\lambda = 800 \div 2000$ nm) i widma widzialnego, przyjęto oznaczać te pierwsze również jako fale (promieniowanie) świetlne.

Fotodioda lawinowa — rodzaj półprzewodnikowego fotodetektora promieniowania optycznego, przetwarzającego sygnały optyczne na elektryczne. W fotodiodzie lawinowej wykorzystuje się zjawisko lawinowego powielania nośników prądu fotonowego w polu elektrycznym, co sprawia, że charakteryzuje się ona wysoką czułością odbioru sygnałów (o mocy rzędu pojedynczych nW). Szerokość pasma modulacji wynosi ok. 1 GHz. Fotodiody lawinowe krzemowe i germanowe są stosowane w światłowodowych systemach transmisyjnych pracujących w I i II oknie ($\lambda = 0,85 \mu\text{m}$ i $1,3 \mu\text{m}$).

Fotodioda pin — rodzaj fotodetektora promieniowania optycznego o wysokiej czułości. W strukturze fotodiody obszar „i” jest półprzewodnikiem samoistnym o odpowiednio dobranych wymiarach pod kątem otrzymania dostatecznie dużej sprawności kwantowej i szybkości działania oraz odpowiedniej charakterystyki spektralnej. W fotodiodzie pin nie ma efektu wewnętrznego wzmocnienia prądu fotonowego. Fotodiody pin, krzemowe i germanowe znalazły szerokie zastosowanie w światłowodowych systemach transmisyjnych.

Kabel światłowodowy dielektryczny — kabel o konstrukcji nie zawierającej żadnych elementów metalowych.

Kabel światłowodowy o strukturze luźnej — kabel o konstrukcji, w której każdy światłowód jest umieszczony luźno w elastycznych rurkach bądź w rowkach profilowanego elementu cylindrycznego.

Kabel światłowodowy o strukturze ścisłej — kabel o konstrukcji, w której każdy światłowód jest ściśle zespolony z ośrodkiem kabla, np. przez umieszczenie go w plastycznym tworzywie.

Kąt akceptacji — każdy kąt pomiędzy osią wzdłużną światłowodu a promieniami południkowymi (przecinającymi oś światłowodu) padającymi na jego powierzchnię czołową i rozprzestrzeniającymi się w rdzeniu. Maksymalny kąt akceptacji jest równy kątowi granicznemu [3]. W światłowodzie o profilu skokowym ma on wartość stałą, natomiast w światłowodzie o profilu gradientowym zależy od miejsca padania na powierzchnię czołową. Niekiedy kąt akceptacji jest nazywany również kątem otwarcia.

Kąt aperturowy — określa w przybliżeniu maksymalny kąt, pod jakim wchodzi do światłowodu i rozprzestrzenia się w jego rdzeniu mod najwyższego rzędu. Inaczej, jest to maksymalny kąt nachylenia promieni południkowych, w stosunku do osi światłowodu, które są jeszcze propagowane w jego rdzeniu. Sinus

kąta aperturowego określa wartość efektywnej apertury numerycznej (NA).

Kąt graniczny — maksymalny kąt (mierzony w stosunku do osi optycznej światłowodu), pod jakim może padać promień na powierzchnię czołową światłowodu, aby mógł jeszcze rozprzestrzeniać się w jego rdzeniu (aby nastąpiło zjawisko pełnego odbicia promienia na powierzchni granicznej rdzeń-płaszcz) [3]. Kąt graniczny określa również maksymalny kąt akceptacji. Z zasad optyki geometrycznej wynika maksymalna teoretyczna wartość kąta granicznego równa $\Theta_{gr} = \arcsin \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$. Sinus kąta granicznego określa wartość efektywnej apertury numerycznej (NA).

Kąt krytyczny — maksymalny kąt padania promieni świetlnych na powierzchnię graniczną (np. rdzeń-płaszcz), pomiędzy dwoma jednorodnymi ośrodkami optycznymi, o różnych współczynnikach załamania, przy którym występuje rozchodzenie się światła wzdłuż tej powierzchni. Kąt ten jest mierzony między padającym promieniem a normalną do powierzchni granicznej w punkcie jego padania [3].

Kevlar — syntetyczne włókno polimerowe o bardzo dużej wytrzymałości mechanicznej (większej od stali), stosowane jako elementy wzmacniające (wytrzymałościowe) w konstrukcjach kabli światłowodowych.

Laser półprzewodnikowy — patrz dioda laserowa.

LED (light emitting diode) — patrz dioda elektroluminescencyjna.

Linia kablowa światłowodowa — linia zbudowana z jednego lub wielu odcinków fabrykacyjnych kabli światłowodowych i osprzętu światłowodowego (złącza, mufy).

Linia teletransmisyjna światłowodowa — tor światłowodowy lub zespół takich torów łącznie ze stacjami teletransmisyjnymi (przelotowymi, końcowymi) i światłowodowym osprzętem konstrukcyjnym.

Łącze światłowodowe — zespół środków teletransmisyjnych i optoelektronicznych wraz z torem światłowodowym, umożliwiający przesyłanie sygnałów od punktu do punktu. Jedno łącze może w danej chwili zapewnić tylko jedno połączenie telekomunikacyjne. Należy zaznaczyć, że za pomocą jednego światłowodu i transmisji dwukierunkowej lub pary światłowodów i transmisji jednokierunkowej można uzyskać wiele łączy w zależności od sposobu wykorzystania toru (metody zwielokrotnienia).

Magistrala światłowodowa — światłowód zastosowany jako wspólny tor transmisyjny, do którego jest dołączonych wiele optoelektronicznych modułów nadawczo-odbiorczych za pomocą sprzęgaczy światłowodowych.

Metoda bliskiego pola — metoda pomiarów parametrów geometrycznych światłowodu. Polega ona na analizie rozkładu pola elektromagnetycznego wypromieniowanego z płaskiego czoła światłowodu, w odległości nie przekraczającej kilku średnic włókna.

Metoda dalekiego pola — metoda stosowana do pomiaru apertury numerycznej, polegająca na wyznaczaniu kątownego rozkładu intensywności promieniowania na wyjściu ze światłowodu, w odległości od

jego końca znacznie większej niż średnica rdzenia (zwykle kilka mm).

Metoda odcięcia (odcinania) — metoda transmisyjna pomiaru tłumienności światłowodu polegająca na pomiarze i porównywaniu mocy optycznej na początku P_{we} i na końcu włókna optycznego P_{wy} , przy czym pomiar mocy na początku wykonuje się w drugiej kolejności, po odcięciu światłowodu w odległości około 1–2 m od nadajnika (źródła światła). Moc mierzona na końcu krótkiego odcinka światłowodu jest mocą doprowadzoną ze źródła światła do mierzonego odcinka włókna. Zaletą metody jest zachowanie warunków sprzężenia źródła ze światłowodem i dość duża dokładność pomiaru (rzędu 0,1 dB). Wadą metody jest to, że jest ona niszcząca i wymaga dostępu do obydwu końców mierzonego światłowodu. Metodę odcięcia stosuje się praktycznie tylko w warunkach laboratoryjnych. Tłumienność jednostkową oblicza się ze wzoru:

$$\alpha = \frac{10}{L} \lg \frac{P_{wy}}{P_{we}} \left[\frac{\text{dB}}{\text{km}} \right]$$

gdzie: L — długość światłowodu.

Mieszacz modowy — urządzenie (element) optyczne służące do wywołania procesu przemiany (sprzęgania się) modów w światłowodzie, aby uzyskać ustalony (stacjonarny) rozkład mocy modów na krótkim odcinku światłowodu. Stosowany w miernictwie światłowodowym, laboratoryjnym przy pomiarach dyspersji i tłumienności jednostkowej w celu uzyskania powtarzalności wyników pomiarów.

Mikrokrzywizna (mikrozgięcie) światłowodu — lokalne przemieszczenie osi światłowodu rzędu kilku mikrometrów. Powoduje ona straty transmitowanej mocy optycznej, a zatem i wzrost tłumienności światłowodu.

Moc promieniowania — energia promieniowania fal elektromagnetycznych z zakresu optycznego w odniesieniu do jednostki czasu.

Moc promieniowania w rdzeniu światłowodu — całkowita moc optyczna wprowadzona do rdzenia światłowodu; jest ona proporcjonalna do średnicy rdzenia i apertury numerycznej.

Mod (światłowodowy) — dyskretna forma (rodzaj) fali elektromagnetycznej z zakresu optycznego promieniowania, która może rozprzestrzeniać się w jednorodnym ośrodku optycznym. Charakteryzuje się ona określonym rozkładem pola elektromagnetycznego oraz prędkością grupową i fazową. Liczba i rodzaje modów rozprzestrzeniających się w światłowodzie zależą od jego wymiarów geometrycznych i właściwości optycznych rdzenia i płaszcza.

Multiplexer światłowodowy — optyczny element pasywny (np. sprzęgacz kierunkowy, soczewka gradientowa typu GRIN, pryzmat, siatka dyfrakcyjna) służący do zwielokrotnienia wykorzystania toru światłowodowego (równoległej transmisji wielofalowej w jednym światłowodzie). Stosowany w światłowodowych systemach transmisyjnych pracujących na zasadzie podziału długości fali.

Nadajnik optyczny — optoelektroniczny układ nadawczy służący do przekształcania sygnałów elek-

trycznych na optyczne. Źródłem światła w nadajnikach jest najczęściej dioda elektroluminescencyjna lub dioda laserowa. Nadajniki są wykonywane w formie zwartych modułów nadawczych.

Niecentryczność rdzenia względem płaszcza — stosunek odległości między środkami rdzenia i płaszcza do średnicy rdzenia (wyraża się w procentach).

Niecentryczność płaszcza względem warstw ochronnych — stosunek odległości między środkami warstw ochronnych i płaszcza do nominalnej grubości warstw ochronnych (podaje się w procentach).

Odbicie Fresnela (straty Fresnela) — straty mocy optycznej powstające na skutek odbicia części światła padającego na powierzchnię graniczną pomiędzy dwoma ośrodkami o różnych współczynnikach załamania, np. przy wejściu fal świetlnych do światłowodu (powietrze-rdzeń) i wyjściu z niego (rdzeń-powietrze). Straty te zmniejsza się przez wprowadzenie pomiędzy powierzchnie włókien lub powierzchnię źródła światła (fotodetektor) — włókno płynu immersyjnego (żelu) o odpowiednim współczynniku załamania, bliskim współczynnikowi załamania w rdzeniu.

Odbiornik optyczny — optoelektroniczny układ odbiorczy służący do odbioru i przekształcania sygnałów optycznych na elektryczne. Fotodetektorem w odbiornikach jest najczęściej fotodioda lawinowa lub fotodioda *pin*. Odbiorniki są wykonywane z reguły jako zwarte moduły optoelektroniczne.

Odstęp regeneratorowy — fizyczny zasięg światłowodowego systemu transmisyjnego, bez potrzeby stosowania pośrednich urządzeń wzmacniających. Zależy on głównie od parametrów transmisyjnych zastosowanych światłowodów i rodzaju nadawczo-odbiorczych urządzeń optoelektronicznych. Wpływ na zasięg ma także wymagana szybkość transmisji i stopa błędów przy sygnałach cyfrowych oraz wymagana szerokość pasma częstotliwości i odpowiedni stosunek sygnału do szumu przy sygnałach analogowych.

Okna transmisyjne (widmowe) — zakresy fal elektromagnetycznych wykorzystywanych do transmisji informacji o światłowodach. W zakresach tych na charakterystyce spektralnej światłowodów (tłumienność w funkcji długości fali) występują minima tłumienności. Są to fale z zakresów: $\lambda = 0,85 \mu\text{m}$; $1,3 \mu\text{m}$; $1,55 \mu\text{m}$. Należy zaznaczyć, że z wymienionymi długościami fal wiąże się również dostępność źródeł światła i fotodetektorów.

Optotelekomunikacja — dziedzina wiedzy i techniki obejmująca przekazywanie informacji na odległość za pośrednictwem światłowodów i sygnałów optycznych.

Optyczne elementy bierne (pasywne) — grupa elementów (przyrządów) optycznych biernie przekształcających transmitowane przez nie fale świetlne. Należą do nich m.in. sprzęgacze i rozgałęziacze optyczne, pryzmaty, siatki dyfrakcyjne, filtry interferencyjne.

Parametr „V” — patrz częstotliwość znormalizowana.

Parametry (charakterystyki) światłowodu — rodzina charakterystycznych wielkości opisujących właściwości geometryczne, optyczne, transmisyjne i mecha-

niczne światłowodu. Do geometrycznych zalicza się średnicę rdzenia (płaszcz), koncentryczność struktury rdzeń-płaszcz, eliptyczność rdzenia (płaszcz). Parametry optyczne to apertura numeryczna, profil refrakcyjny (rozkład współczynników załamania), względna różnica współczynników załamania między rdzeniem a płaszczem. Do parametrów transmisyjnych należą: tłumienność jednostkowa i szerokość pasma przenoszenia (dispersja). Wśród parametrów mechanicznych wyróżnia się odporność i wytrzymałość na rozciąganie i zginanie, odporność na obciążenia udarowe i wibracje, wytrzymałość na skręcanie.

Pasma przenoszenia światłowodu — parametr transmisyjny określający zakres częstotliwości sygnałów optycznych przesyłanych torem światłowodowym bez istotnych skażeń. Parametr ten jest określany również jako górna częstotliwość modulowanego sygnału, przy której na charakterystyce amplitudowo-częstotliwościowej światłowodu występuje spadek amplitudy o 3 dB optyczne (6 dB elektr.). Szerokość pasma przenoszenia światłowodu podaje się w MHz · km.

Płaszcz światłowodu — dielektryczna, optycznie przezroczysta, warstwa w przekroju poprzecznym światłowodu, bezpośrednio otaczająca rdzeń i na trwałe z nim połączona. Płaszcz ma w całym przekroju stałą wartość współczynnika załamania $n_2 < n_1$, zaś wspólnie z rdzeniem określa strukturę rozpraszającego się w światłowodzie pola elektromagnetycznego (modów).

Płyn immersyjny — płyn (żel) o współczynniku załamania równym lub zbliżonym do współczynnika załamania w rdzeniu (lub w płaszczu). Stosuje się go w celu obniżenia strat sprzężeniowych (strat Fresnela) pomiędzy łączonymi światłowodami lub pomiędzy tymi ostatnimi a elementami optoelektronicznymi.

Poszerzenie impulsu — parametr określający skażenie impulsów optycznych przy przesyłaniu ich światłowodem. Poszerzenie to wyraża się jako pierwiastek kwadratowy z różnicy kwadratów czasu trwania impulsów, wejściowego i wyjściowego, odniesiony do długości włókna. Omawiany parametr dotyczy głównie teletransmisyjnych światłowodowych systemów cyfrowych. Mierzy się go w ns/km lub ps/km.

Preforma — cylindryczny pręt ze szkła kwarcowego (półprodukt — pośrednia forma o strukturze światłowodu) występujący w procesie technologicznym wytwarzania światłowodów. Z preformy jest wyciągane właściwe włókno optyczne.

Profil gradientowy — przebieg rozkładu (zmian) współczynników załamania w strukturze światłowodu, charakteryzujący się ciągłą zmianą współczynnika załamania w przekroju poprzecznym rdzenia, od wartości największej w osi rdzenia do wartości zbliżonej współczynnikowi załamania płaszcza, przy powierzchni granicznej rdzeń-płaszcz. Przebieg zmian współczynnika załamania w rdzeniu ma charakter krzywej parabolicznej.

Profil skokowy — rozkład współczynników załamania w strukturze światłowodu, charakteryzujący się stałą wartością współczynnika załamania w całym przekroju poprzecznym rdzenia i skokowo zmieniającą się wartością współczynnika załamania na powierzchni granicznej rdzeń-płaszcz.

Profil współczynnika załamania światłowodu (profil refrakcyjny) — parametr optyczny światłowodu określający rozkład wartości współczynników załamania wzdłuż promienia jego poprzecznego przekroju. Parametr ten decyduje o sposobie rozprzestrzeniania się modów w światłowodzie (w rdzeniu). W zależności od rodzaju profilu refrakcyjnego światłowodu dzieli się na włókna optyczne o profilu gradientowym i włókna o profilu skokowym.

Promieniowanie monochromatyczne — według teorii jest to promieniowanie składające się z jednej długości fali (jednej częstotliwości). W praktyce jest to promieniowanie o bardzo wąskim widmie fal (częstotliwości), które może być opisane przez podanie pojedynczej długości fali.

Rdzeń światłowodu — centralna część światłowodu, o określonym rozkładzie (profilu) współczynnika załamania, przez którą transmitowana jest moc promieniowania optycznego. Na przekroju poprzecznym światłowodu jest to obszar o powierzchni zawartej wewnątrz krzywej, będącej miejscem geometrycznym punktów, dla których współczynnik załamania n_3 spełnia zależność:

$$n_3 = n_2 + k(n_1 - n_2)$$

gdzie: n_1 — maksymalna wartość współczynnika załamania w rdzeniu; n_2 — wartość współczynnika załamania w płaszczu; k — stała; $0 \leq k \leq 0,1$, najczęściej $k = 0,05$. Uwaga: przy określaniu obszaru rdzenia nie uwzględnia się lokalnych spadków wartości współczynnika załamania.

Reflektometria światłowodowa — metoda pomiarów światłowodów oparta na wykorzystaniu zjawiska rozproszenia wstecznego nieznacznej części energii impulsu światła wprowadzonego do światłowodu i analizie odbitych sygnałów w funkcji czasu (zasada radaru). Metoda ta umożliwia pomiar tłumienności światłowodów, ocenę strat mocy w złączach trwałych i rozłączalnych, określenie lokalnych niejednorodności i ewentualnych uszkodzeń włókna. Reflektometria światłowodowa wymaga dostępności tylko z jednego końca światłowodu, co ma istotne znaczenie w warunkach eksploatacyjnych.

Reflektometr — przyrząd do pomiarów światłowodów metodą rozproszenia wstecznego. Stosowany powszechnie w pomiarach laboratoryjnych i w warunkach eksploatacyjnych.

Rozproszenie światła (rozproszenie Rayleigha) — zjawisko fizyczne powodujące powstawanie strat energii optycznej transmitowanej światłowodem. Wynika ono z powodu fluktuacji gęstości ośrodka, z którego jest zbudowany rdzeń światłowodu. Rozproszenie światła następuje w miejscach mikroskopijnych niejednorodności strukturalnych ośrodka dielektrycznego, w którym jest propagowana fala elektromagnetyczna. Fizyczna skala niejednorodności jest rzędu tysięcznych długości propagowanej fali. Wielkość strat wynikających z rozproszenia Rayleigha jest proporcjonalna do odwrotności czwartej potęgi długości fali (λ^{-4}), a więc szybko maleje wraz z długością fali.

Rozproszenie wsteczne — zjawisko towarzyszące propagacji światła w światłowodach, polegające na rozpraszaniu nieznacznej części energii impulsu świetlnego

go w kierunku przeciwnym do kierunku propagacji (w stronę nadajnika). Rozproszenie to powstaje w miejscach niejednorodności struktury światłowodu.

Rozgałęziacz światłowodowy — optyczny element pasywny (np. układ filtrów interferencyjnych, pryzmat) stosowany do rozdziału mocy optycznej (sygnałów optycznych) z jednego światłowodu na dwa lub więcej włókien optycznych. Tego rodzaju elementy są stosowane w rozgałęzionych sieciach światłowodowych.

Spawarka światłowodowa — specjalistyczne urządzenie służące do wykonywania trwałych połączeń (złączy) światłowodów, przy czym proces spawania może odbywać się półautomatycznie lub automatycznie (sterowanie mikroprocesorowe) w łuku elektrycznym. Spawarki są przystosowane do pracy w warunkach stacyjnych i terenowych. Wyposażone są z reguły dodatkowo w urządzenia optyczne (np. mikroskop) do kontroli powierzchni czołowych łączonych światłowodów oraz procesu ich ustawiania i obserwacji samego spawania.

Sprzęgacz światłowodowy — optyczny element pasywny (np. kierunkowy typu T, pryzmatyczny) służący do sprzęgania lub rozgałęziania (dzielenia) mocy optycznej (sygnałów optycznych) pomiędzy światłowodami. Najważniejsze parametry sprzęgacza to tłumienność, przesłuch międzykanałowy, szerokość kanału transmisyjnego, odstęp międzykanałowy. Szczególne znaczenie mają sprzęgacze umożliwiające budowę rozgałęzionych sieci światłowodowych z wieloma nadajnikami i odbiornikami optoelektronicznymi.

Sprzęganie się modów (przemiana modów) — zjawisko wzajemnych sprzężeń energetycznych różnych modów, polegające na wymianie energii optycznej pomiędzy modami rozprzestrzeniającymi się w światłowodzie wielomodowym. Sprzężenia te powstają w wyniku zaburzeń (deformacji) w strukturze światłowodu, np. powierzchni granicznej rdzeń-płaszcz, mikrozgieć, niejednorodności rdzenia, lokalnych zmian współczynników załamania w rdzeniu, czy też w płaszczu. Obecność zjawiska sprzęgania się modów w światłowodzie wpływa na zmniejszenie dyspersji modowej (w wyniku uśrednienia prędkości grupowej modów) oraz zwiększenie tłumienności w wyniku sprzężeń między modami transmitowanymi w rdzeniu a modami wyciekającymi poza strukturę światłowodu. Zjawisko sprzężeń zanika po osiągnięciu ustalonego (stacjonarnego) rozkładu mocy modów, co następuje na określonej długości włókna, zależnie od struktury światłowodu.

Stożek akceptacji — stożek, którego kąt wierzchołkowy jest dwukrotnie większy od kąta akceptacji. Stożek powstaje w wyniku obrotu ramienia kąta akceptacji wokół osi światłowodu. W światłowodach o profilu skokowym stożek ma zawsze podstawę w kształcie koła, natomiast w światłowodzie o profilu gradientowym podstawę kołową tworzą tylko promienie przecinające oś światłowodu. W przypadku promieni padających w inne miejsce na powierzchnię czołową tego typu światłowodów, podstawą stożka jest elipsa.

Średnica rdzenia (płaszcz, warstw ochronnych) — parametr geometryczny światłowodu określający śred-

nicę najmniejszego okręgu obejmującego (najlepiej aproksymującego) zewnętrzną powierzchnię przekroju poprzecznego rdzenia (płaszcz, warstw ochronnych). Promień tego okręgu jest promieniem rdzenia (płaszcz, warstw ochronnych).

Środek rdzenia (płaszcz, warstw ochronnych) — środek okręgu definiującego średnicę rdzenia (płaszcz, warstw ochronnych).

Światłowod (włókno optyczne) — dielektryczny falowód o symetrii osiowej, przeważnie o kształcie cylindrycznym. Składa się on z rdzenia, wykonanego z optycznie przezroczystego materiału (szkło kwarcowe), o stałym lub zmiennym rozkładzie współczynnika załamania n_1 , oraz otaczającego go płaszcza, wykonanego również z optycznie przezroczystego materiału (szkło), o stałym współczynniku załamania n_2 , mniejszym niż w rdzeniu. Przeznaczony do transmisji sygnałów za pomocą fal elektromagnetycznych z zakresu bliskiej podczerwieni (0,8–1,8 μm). W literaturze technicznej spotyka się jeszcze określenia jak: włókno szklane, włókno przewodzące światło, przewodnik światła.

Światłowod jednomodowy — światłowod o bardzo małej średnicy rdzenia (3–10 μm), współmiernej z długością transmitowanej fali światła. Ten typ światłowodu umożliwia rozprzestrzanie się tylko pojedynczego modu, tzw. podstawowego o określonej polaryzacji liniowej pola elektromagnetycznego. Warunkiem transmisji jest to, aby częstotliwość znormalizowana spełniała warunek $V \leq 2,4$. Światłowod jednomodowy jest szczególnie odpowiedni do stosowania w dalekosiężnej optotelekomunikacji szerokopasmowej, z uwagi na występowanie tylko dyspersji chromatycznej.

Światłowod wielomodowy — światłowod o średnicy rdzenia (50–100 μm) wielokrotnie większej od długości transmitowanej fali światła, umożliwiający rozprzestrzanie się wielu modów promieniowania optycznego. Liczba modów i rozkład ich pola elektromagnetycznego zależą od geometrii światłowodu (średnicy rdzenia) i różnicy współczynników załamania pomiędzy rdzeniem i płaszczem.

Światłowod o profilu skokowym (światłowod skokowy) — światłowod, którego rdzeń w całym przekroju poprzecznym ma stałą wartość współczynnika załamania n_1 , natomiast na granicy rdzeń-płaszcz zmienia się on w sposób skokowy do wartości współczynnika załamania płaszcza n_2 , przy czym $n_1 > n_2$. Światłowod skokowy ma znacznie mniejsze pasmo przenoszenia niż światłowod gradientowy.

Światłowod o profilu gradientowym (światłowod gradientowy) — światłowod o zmiennym rozkładzie współczynnika załamania w całym przekroju poprzecznym rdzenia. Zmiany wartości współczynnika załamania przebiegają w sposób ciągły, najczęściej według krzywej parabolicznej. Maksymalna wartość współczynnika załamania występuje w osi rdzenia światłowodu, a najmniejsza na granicy rdzeń-płaszcz. W tego typu światłowodzie występuje ogniskowanie promieni świetlnych. Światłowod gradientowy charakteryzuje się mniejszą dyspersją modową i większą szerokością pasma przenoszenia niż światłowod skokowy.

Światłowód grubordzeniowy — rodzaj światłowodu, najczęściej typu kwarcowo-polimerowego (rdzeń ze szkła, płaszcz z polimeru) o profilu skokowym i średnicy rdzenia 200—600 μm .

Światłowodowy system łączności — system telekomunikacyjny zapewniający łączność z zastosowaniem techniki światłowodowej. W skład systemu wchodzi urządzenia teletransmisyjne, komutacyjne, aparatura optoelektroniczna i tory światłowodowe.

Tor światłowodowy (tor optotelekomunikacyjny) — tor telekomunikacyjny utworzony za pomocą światłowodu(ów).

Tłumiennosc jednostkowa światłowodu — parametr transmisyjny światłowodu określający wartość tłumienności jednorodnego włókna (w ustalonym stanie modowym), w odniesieniu do 1 km jego długości. Tłumiennosc jednostkowa jest wyrażana w dB/km.

Tłumiennosc światłowodu — parametr transmisyjny, charakteryzujący straty mocy sygnału optycznego (m.in. z powodu absorpcji i rozproszenia światła) przesyłanego w światłowodzie. Wartość tłumienności określa się z zależności:

$$A_{(\lambda)} = -10 \lg \frac{P_2}{P_1} [\text{dB}]$$

gdzie: $A_{(\lambda)}$ — tłumienność dla danej długości fali; P_1 — moc sygnału optycznego wprowadzana do światłowodu (w ustalonym stanie modowym); P_2 — moc sygnału optycznego na wyjściu ze światłowodu (w ustalonym stanie modowym).

Tłumiennosc wtórniowa — tłumienność wprowadzana do toru światłowodowego przez optyczne elementy bierne (np. złącza, sprzęgacze, rozgałęziacz, itp.).

Trakt światłowodowy (teletransmisyjny) — część linii teletransmisyjnej światłowodowej obejmująca zespół wszystkich jej torów łącznie z urządzeniami przelotowymi. Trakt nie obejmuje natomiast urządzeń zwielokrotniających wykorzystanie torów (krotnic).

Transmisja światłowodowa (optyczna) — rodzaj transmisji informacji, w której sygnały są przenoszone za pomocą fal elektromagnetycznych z zakresu optycznego promieniowania. W tym rodzaju transmisji następuje dwukrotne przekształcanie sygnałów, z elektrycznych na optyczne i odwrotnie. Inaczej, transmisja światłowodowa jest to sposób przekazywania informacji za pomocą modulowanej fali świetlnej rozprzestrzeniającej się w światłowodzie.

Transmisja światłowodowa wielofalowa — metoda równoczesnej transmisji kilku (wielu) sygnałów optycznych w jednym światłowodzie, przy wykorzystaniu różnych długości fal elektromagnetycznych z zakresu optycznego. Jest to metoda zwielokrotnienia kanałów transmisyjnych na zasadzie podziału długości fali (podziału widma). Umożliwia ona zwiększenie pojemności informacyjnej światłowodu, równej krotności liczby fal zastosowanych do przenoszenia sygnałów. Praktycznie zwielokrotnienie wynosi obecnie około 15 niezależnych kanałów transmisyjnych.

Ustalony rozkład (mocy) modów — w przybliżeniu równomierny (stacjonarny) rozkład energii optycznej

między poszczególne mody propagowane w światłowodzie wielomodowym. Występuje on po przejściu (modów) określonej długości światłowodu (zwanej długością sprzęgania się modów), po której energia wejściowa rozdziela się równomiernie pomiędzy wszystkie rozprzestrzeniające się mody. Długość odcinka stabilizowania się rozkładu modowego zależy od istniejących w strukturze światłowodu nieregularności i wobec tego jest różna dla różnych światłowodów. Typowa długość odcinka niestabilności modowej zawiera się w zakresie od kilkudziesięciu cm dla światłowodów o bardzo nieregularnej strukturze (a zatem i dużej tłumienności) do kilku km dla światłowodów o dużej jednorodności struktury włókna. Na odcinku niestabilności modowej dyspersja impulsów wzrasta liniowo wraz z długością włókna, a po osiągnięciu stanu ustalonego wzrasta wolniej, proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego z długości włókna. W pomiarach stosuje się metody uzyskiwania ustalonego stanu modów (np. za pomocą mieszacza modów) na krótkim odcinku światłowodu.

Warstwy ochronne światłowodu (pierwotne, wtórne) — warstwy zabezpieczające z tworzyw sztucznych (lakiery poliuretanowe, guma silikonowa) nakładane bezpośrednio na powierzchnię płaszcza światłowodu w procesie jego wytwarzania i ściśle z nim związane. Zapewniają one zachowanie pierwotnej powierzchni płaszcza, zwiększając elastyczność światłowodu oraz stanowią jego zabezpieczenie przed wpływami czynników zewnętrznych (mechanicznych, środowiskowych i innych), zarówno w procesie produkcji kabli jak i ich układania i eksploatacji.

Warunki propagacji w światłowodzie — związki geometryczne i optyczne, jakie muszą być spełnione dla promieniowania optycznego, aby nastąpiło rozprzestrzenianie się światła w światłowodzie.

Wiązka światłowodów — pewna liczba włókien optycznych, ułożonych najczęściej równolegle i stanowiących ośrodek transmisyjny pokryty warstwami ochronnymi z tworzyw sztucznych. Długości wiązek wynoszą od kilkudziesięciu cm do kilku metrów. Liczba włókien w wiązce wynosi od kilku do kilkuset i więcej; zależy to od przeznaczenia wiązki i parametrów geometrycznych i transmisyjnych pojedynczych światłowodów.

Widmo optyczne — widmo częstotliwości fal elektromagnetycznych z zakresu promieniowania optycznego, zawierające się w granicach od dalekiego ultrafioletu ($\lambda = 10 \text{ nm}$) do dalekiej podczerwieni ($\lambda = 10^6 \text{ nm}$).

WDM (wavelength division multiplexing) — patrz transmisja światłowodowa wielofalowa.

Współczynnik załamania materiału — współczynnik, przy którym prędkość światła w ośrodku optycznie gęstym (np. szkło) jest mniejsza niż w próżni (w powietrzu). Dla ośrodka jednorodnego współczynnik jest definiowany jako stosunek prędkości światła w próżni i w ośrodku o danej gęstości optycznej.

Względna różnica współczynników załamania — parametr określany ze wzoru:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

gdzie: n_1 — maksymalna wartość współczynnika załamania w rdzeniu; n_2 — wartość współczynnika załamania w płaszczu; parametr Δ determinuje maksymalny kąt akceptacji światłowodu, a zatem i aperturę numeryczną. W światłowodach wielomodowych względna różnica współczynników załamania wynosi ok. 1%, zaś w światłowodach jednomodowych jest ok. 3-krotnie mniejsza.

Złącze światłowodowe kablowe — rodzaj złącza rozłączalnego, wielostykowego umożliwiającego wielokrotne jednoczesne łączenie lub rozłączanie grupy światłowodów lub tych ostatnich z aparaturą optoelektroniczną.

Złącze światłowodowe rozłączalne (wtykowe) — element konstrukcyjny o stabilnej i precyzyjnej budowie przeznaczony do wielokrotnego łączenia i rozłączania dwóch światłowodów lub tych ostatnich z urządze-

niami optoelektronicznymi, bez zmiany jakości połączeń (np. bez zmiany tłumienności wtrąceniowej). Z reguły straty mocy optycznej w złączu rozłączalnym są większe niż w złączu trwałym.

Złącze światłowodowe trwałe (nierozłączne) — stałe połączenie dwóch światłowodów metodą spawania w łuku elektrycznym bądź w mikroplamieniu gazowym lub też metodą klejenia. Złącza trwałe charakteryzują się małą tłumiennością, która z reguły wynosi 0,1 — 0,3 dB.

Bibliografia

- [1] *Begriffe der Lichtwellenleiter — Übertragungstechnik.* Fernmelde praxis, 1986, nr 2 i 4.
- [2] *Anwendung von optischen Faserverbindungen bei der Eisenbahn.* Materiały ORE.
- [3] Stankiewicz S.: *Transmisja informacji torami światłowodowymi.* Automatyka Kolejowa, 1985, nr 9.

mgr inż. JÓZEF WIECZOREK

Zarząd Automatyki i Telekomunikacji
Południowej DOKP

Trudności, jakie napotyka służba automatyki współpracując z innymi służbami eksploatacyjnymi (drogową, trakcyjną) przy utrzymaniu i przebudowie odcinków izolowanych, skłoniły mnie do poruszenia tego tematu.

Uświadomienie niektórym pracownikom eksploatacyjnym skutków nieodpowiedzialności, niedbalstwa, niewiedzy i ciężkiej odpowiedzialności może przynieść pozytywne rezultaty i przyczyni się do lepszego utrzymania odcinków izolowanych.

W artykule dużo miejsca poświęcam ogólnym uwagom eksploatacyjnym, przypominając nieprawidłowości i wynikające stąd skutki oraz przytaczając niektóre akty prawne regulujące postępowanie w konkretnych sytuacjach.

Izolowane obwody torowe są podstawą pracy nowoczesnych urządzeń srk. Obwody te spełniają jedną z najważniejszych funkcji w procesie sterowania i prowadzenia ruchu, tj. kontrolują zajętości torów i rozjazdów.

Stwierdzając zajętość lub niezajętość toru, elektryczne obwody torowe służą m.in. do: sterowania światłami w sbl, kontroli drogi przebiegu, zwalniania dróg przebiegu, uniemożliwienia przekładania zwrotnicy z chwilą zajęcia jej przez tabor.

Z powyższych względów ich działanie powinno być możliwie bezusterkowe, a rozwiązania techniczne pod względem bezpieczeństwa niezawodne. W warunkach PKP, jak wykazuje praktyka, są one jednak pod względem niezawodności najsłabszym ogniwem urządzeń srk. Słabość ta wynika z następujących powodów:

- trudności z właściwym bieżącym utrzymaniem nawierzchni kolejowej (odcinków izolowanych),
- niewłaściwie prowadzonych prac związanych z remontem (wymianą) elementów nawierzchni,
- niedoskonałych technicznie rozwiązań obwodów torowych (zwłaszcza rozjazdowych).

Niektóre aspekty utrzymania i przebudowy elektrycznych obwodów torowych

W niniejszym artykule zostanie opisany wpływ powyższych uwarunkowań na pracę elektrycznych obwodów izolowanych. Większość poruszanych tu zagadnień tylko pozornie wydaje się oczywista. Praktyka wykazuje, że występują duże braki w świadomości personelu bezpośredniego utrzymania urządzeń srk tak w służbie automatyki jak i służbach współpracujących, tj. drogowej, trakcyjnej i ruchu.

Ponieważ wiedza pracowników służb eksploatacyjnych o elektrycznych obwodach izolowanych jest fragmentaryczna, zamiarem moim było opracowanie materiału do wykorzystania w trakcie szkoleń okresowych personelu utrzymania zainteresowanych służb.

Sądzę, że szersze zaznajomienie z niektórymi aspektami tej problematyki może być owocne dla utrzymania urządzeń.

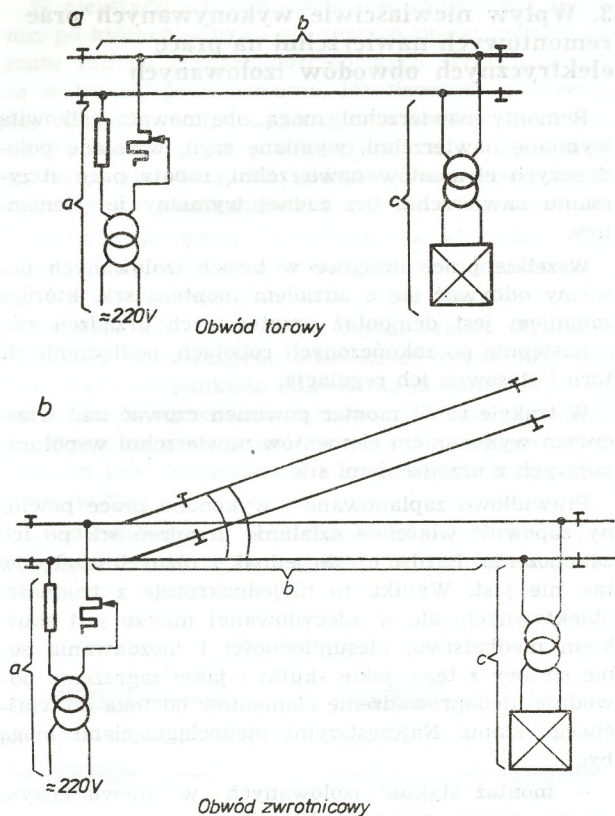
1. Elektryczny obwód izolowany

W każdym elektrycznym obwodzie izolowanym (rys. 1) można wydzielić: układ zasilania, odcinek izolowany (torowy lub rozjazdowy), układ odbiorczy.

Największy wpływ na działanie elektrycznych obwodów mają utrzymanie odcinka izolowanego oraz utrzymanie i regulacja obwodów elektrycznych.

Sposób utrzymania i regulacji układów zasilania i odbioru omówiłem w „Automatyce Kolejowej” nr 1/86 w art. pt. „Wpływ rezystancji pętli zasilającej obwód torowy na działanie przekładnika torowego”, w niniejszym artykule ograniczę się tylko do omówienia wpływu utrzymania odcinków izolowanych (zwłaszcza rozjazdowych) na działanie elektrycznych obwodów torowych.

Zasada pracy obwodu torowego polega na zwieraniu przez zestawy kołowe toków szynowych będących pod napięciem, a tym samym bocznikowaniu odbiornika (przekładnika torowego). Normalnie rezystancja odcinka izolowanego (z dławikami) powinna wahać się



Rys. 1. Szkice izolowanych obwodów torowych

w granicach $1-3 \Omega$, a rezystancja bocznikowania zestawami kołowymi nie przekraczać $0,06 \Omega$. Zwarcie obwodu tak małą rezystancją daje pewność jego działania.

2. Trudności w bieżącym utrzymaniu odcinków izolowanych

Bieżące należyte utrzymanie odcinków izolowanych obejmuje: właściwe utrzymanie styków izolowanych, utrzymanie właściwej rezystancji podtorza, zapewnienie ciągłości elektrycznej toków szynowych.

Styki izolowane w odcinkach izolowanych mogą być klejowo-sprężone lub klasyczne.

Styki klejowo-sprężone właściwie wykonane i wspawane w toki szynowe mogą — przy dobrym utrzymaniu — pracować pod dużym obciążeniem ruchem nawet kilka lat. Niekiedy jednak na skutek złe dobranych materiałów, złej technologii lub niewłaściwego utrzymania ulegają one szybszemu zużyciu, co objawia się przez: występowanie spływów na powierzchni tocznej główek szyn, wykruszanie się materiału izolacyjnego spod łubek, uszkodzanie tulejek izolacyjnych.

Uszkodzone styki klejowo-sprężone nie nadają się już do dalszej eksploatacji i należy je wymienić, co łączy się z koniecznością uzyskania kilkugodzinnego zamknięcia toru.

Styk klasyczny, jeżeli wykonany jest prawidłowo (podparty, skręcony na 4 śruby, dobrze podbity), może pracować bezusterkowo kilka miesięcy. W praktyce jednak bardzo często w głowicach rozjazdowych spotyka się klasyczne styki izolowane wiszące, nie podbite, skręcone niejednokrotnie luźno na 2—3 śruby. Takie styki „wytrzymują” z reguły przejazd tylko jed-

nego pociągu i są zmorą posterunków ruchu wyposażonych w urządzenia przekąźnikowe. Uwydatnia się to szczególnie w okresie upałów, kiedy na skutek temperatury nagminnie występują czołowe ich zwarcia. W okręgach, gdzie stan nawierzchni pozostawia wiele do życzenia, liczba odcinków wykazujących pozorną zajętość może sięgać nawet 40% ich stanu.

Uszkodzone styki izolowane powodują zwarcia w sąsiednich odcinkach izolowanych, czego wynikiem jest wykonywanie ich pozornej zajętości. Stan taki wynika z przyjętego świadomie systemu kontroli zwarć styków izolowanych (dobór faz zasilających sąsiednie obwody torowe).

Ze względów eksploatacyjnych bardzo istotne jest w jakich odcinkach izolowanych występują usterki, ponieważ wiąże się to z prowadzeniem ruchu po nieorganizowanych drogach przebiegu. Wystąpienie usterki przykładowo w obwodzie izolowanym za semaforem wjazdowym lub pierwszej zwrotnicy powoduje, że wszystkie pociągi wjeżdżają i wyjeżdżają ze stacji na sygnały zastępcze i często przy niedziałającej blokadzie półsamoczynnej.

Uszkodzenie odcinka izolowanego na torze końcowym stacji z reguły powoduje dużo mniejsze perturbacje eksploatacyjne w porównaniu z ww. przypadkami.

Z tych też względów przy występowaniu faktycznych kłopotów z utrzymaniem odcinków izolowanych trzeba zapewnić właściwy stan techniczny tym odcinkom, po których odbywa się najbardziej intensywny ruch, pozostawiając świadomie utrzymanie odcinków w torach bocznych na dalszą kolejność.

Rezystancja podtorza ma zapewnić odizolowanie od siebie toków szynowych. Zaniżona rezystancja może występować na skutek: zaniżonej izolacji podkładów (zbutwiałe), zanieczyszczenia podsypki (sole, kwasy, koks, miał, węgiel), brak odwodnienia odcinka izolowanego.

Niejednokrotnie zdarza się, że wszystkie te czynniki występują jednocześnie. Minimalna rezystancja podtorza zapewniająca jeszcze poprawną pracę odcinka izolowanego powinna być w granicach $0,8-1 \Omega/\text{km}$. Uzyskanie takiej rezystancji w normalnych warunkach nie jest trudne pod warunkiem zapewnienia w miarę czystej podsypki i właściwego odwodnienia.

Niedostateczna rezystancja podtorza powoduje, że w wyniku znacznego prądu upływności występuje duży spadek napięcia na przekąźniku torowym. Odwzburzenie przekąźnika sygnalizuje pozorną zajętość odcinka.

Ciągłość elektryczna toków szynowych musi zapewnić swobodny przepływ prądu od początku do końca odcinka prostego, a w odcinkach rozgałęzionych musi zapewnić pojawienie się napięcia w każdym punkcie izolowanego rozjazdu.

Ciągłość elektryczną obwodów torowych zapewnia się przez:

- stosowanie szyn bezstykowych,
- spawanie lub montaż na stykach nie izolowanych łączników szynowych,
- montaż łączników na stykach nie izolowanych w odcinkach z szyn utwardzonych cieplnie.

Brak ciągłości elektrycznej w odcinkach izolowanych może spowodować:

- a) niewzbudzenie lub odwzbudzenie (zwolnienie) przekaźnika na skutek przerwy w obwodzie,
- b) wzbudzenie się przekaźnika torowego i niewykazanie zajętości pomimo, że na torze znajduje się tabor,
- c) wzbudzenie się przekaźnika torowego i niewykazanie zajętości na odnodze rozjazdu pomimo pozostawienia na niej taboru. Przypadek ten będzie później szczegółowo omówiony

Sytuacja podana w punkcie a) występuje bardzo często i powoduje uciążliwości eksploatacyjne.

Sytuacja podana w pkt b) występuje tylko na torach zelektryfikowanych. Spowodowana jest brakiem łączników szynowych lub pęknięciami szyn i może mieć miejsce na skutek zbiegu kilku niekorzystnych okoliczności. Stanowi to zagrożenie bezpieczeństwa ruchu i może doprowadzić do przyjęcia pociągu na tor zajęty. Z powyższych względów dbałość o bieżące zapewnienie ciągłości elektrycznej szyn jest niezwykle ważna. Na PKP obowiązek ten należy do służby trakcyjnej (zgodnie z Instr. Mte 58 § 31. Utrzymywanie ciągłości elektrycznej w torach w szynami klasycznymi polega na spawaniu łączników do szyn w złączu stykowym).

Wytrzymałość mechaniczna łączników spawanych jest stosunkowo mała. Często się one odrywają na skutek zmęczenia materiału na złe utrzymanych („ruchomych”) stykach albo są niszczone przez tabor lub maszyny drogowe.

Obecnie w miejsce łączników spawanych wypróbowany jest łącznik kołkowany z tuleją miedzianą, opracowany przez COBiRTK W-wa.

Jeżeli wprowadzany łącznik kołkowany z tuleją i nowa technologia zdadzą egzamin, to trwałość powrotnej sieci powinna być większa, a zatem poprawią się warunki pracy obwodów torowych.

Producentem łączników przystosowanych do nowej technologii montażu są KZA Stargard Szczeciński.

W ostatnim okresie na PKP dość szeroko są wprowadzane szyny utwardzane cieplnie. Do szyn tych nie można spawać łączników (zakaz Dyrekcji Generalnej PKP).

Instrukcja stosowania łącznika kołkowanego z tuleją opracowana przez COB wyraźnie zakazuje stosowania go w szynach utwardzanych cieplnie. Obecnie sytuacja jest taka, że po wprowadzeniu najnowszych osiągnięć techniki w zakresie nawierzchni stalowej nie zapewniono możliwości właściwej pracy nowoczesnym urządzeniem srk.

Zakaz stosowania łączników spawanych i kołkowanych przy skromnych jednocześnie możliwościach zgrzewania takich szyn, stawia służby eksploatacyjne w dwuznacznej sytuacji przy podjęciu decyzji o zabezpieczeniu ciągłości elektrycznej toków z szynami utwardzonymi cieplnie.

Na terenie P. DOKP szyny utwardzone cieplnie są zabudowane m.in. na odcinku Nowy Sącz — Krynica. Uruchamiając trakcję elektryczną na tym odcinku we wrześniu 1987 r. dla zapewnienia ciągłości elektrycznej szyn dla prądów trakcyjnych i urządzeń srk zamontowanych zostało około 1000 łączników kołkowanych.

Być może te doświadczenia eksploatacyjne przyspieszą rozwiązanie problemu zapewnienia ciągłości elektrycznej toków szynowych z szyn utwardzalnych cieplnie.

3. Wpływ niewłaściwie wykonywanych prac remontowych nawierzchni na pracę elektrycznych obwodów izolowanych

Remonty nawierzchni mogą obejmować: całkowitą wymianę nawierzchni, wymianę szyn, wymianę pojedynczych elementów nawierzchni, roboty przy utrzymaniu nawierzchni bez żadnej wymiany jej elementów.

Wszelkie prace drogowe w torach izolowanych powinny odbywać się z udziałem montera srk, którego zadaniem jest demontaż przytorowych urządzeń srk, a następnie po zakończonych robotach, podłączenie do toru i stosowna ich regulacja.

W trakcie robót monter powinien czuwać nad właściwym wykonaniem elementów nawierzchni współpracujących z urządzeniami srk.

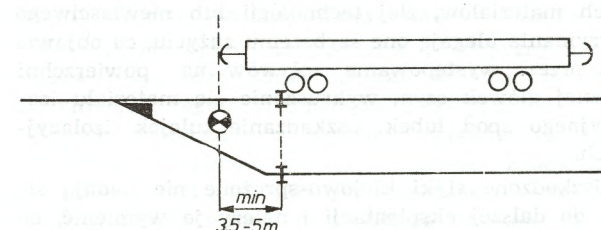
Prawidłowo zaplanowane i wykonane prace powinny zapewnić właściwe działanie urządzeń srk po ich zakończeniu. Bardzo często jednak z różnych względów tak nie jest. Wynika to niejednokrotnie z trudności obiektywnych, ale w zdecydowanej mierze jest skutkiem niedbalstwa, niesumienności i niezdawania sobie sprawy z tego, jakie skutki i jakie zagrożenia powoduje niedoprowadzenie elementów odcinka do właściwego stanu. Najczęstszymi niedociągnięciami mogą być:

- montaż styków izolowanych w niewłaściwym miejscu (nie w starej lokalizacji),
- pozostawienie przez dłuższy czas styków izolowanych prowizorycznych,
- zabudowanie styki izolowane są poprzysuwane względem siebie,
- nie odbudowuje się naruszonej powrotnej sieci trakcyjnej.

Każda z tych nieprawidłowości powoduje niezapewnienie właściwych warunków pracy urządzeniom srk, naraża PKP na straty eksploatacyjne i stwarza zagrożenie bezpieczeństwa ruchu. Powstające z tego tytułu niebezpieczeństwa i zagrożenia postaram się omówić.

Przy wymianie styków zasadą powinno być, że nowe styki montuje się w tej samej lokalizacji. Zamontowanie styku w innej lokalizacji może spowodować, że będzie on zamontowany: zbyt blisko ukresu, zbyt blisko styku przediglicowego, w niewłaściwej odległości od sygnalizatora.

Styki izolowane za krzyżownicą rozjazdu montuje się w odległości min. 3,5 — 5 m za ukresem (rys. 2).



Rys. 2. Lokalizacja ukresowych styków izolowanych

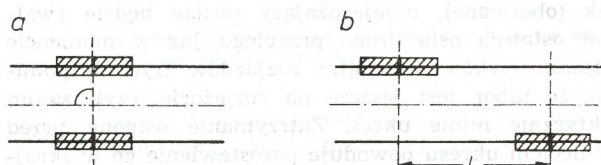
Zatrzymany za stykiem izolowanym wagon o największej odległości między końcami zderzaków a najbliższą osią nie powinien zagrażać ruchowi pociągów po sąsiednim torze. Przesunięcie styku bliżej ukresu może spowodować, że zatrzymany za stykiem tabor zajmie skrajnie sąsiedniego toru stwarzając zagrożenie bezpieczeństwa ruchu.

W elektrycznych obwodach izolowanych dla zwrotnic, po których odbywa się rozrząd płaski metodą odrzutu lub na górkach rozrządowych styki izolowane są w trakcie projektowania, lokalizowane w określonej odległości od początku iglic. Odległość tę określa się w zależności od prędkości taboru i czasu przedstawiania zwrotnicy. Na podstawie ustalonych lokalizacji styków przediglicowych wykonane są zależności.

Przybliżenie styku izolowanego w kierunku iglicy zagraża bezpieczeństwu ruchu, natomiast jego odsunięcie wprowadza ograniczenia w pracy manewrowej.

Podobnie ma się sprawa z usytuowaniem styków w odcinkach izolowanych, osłanianych sygnalizatorami. Taki styk jest punktem odniesienia do lokalizacji sygnalizatora i wykonania zależności. Każde przesunięcie styku narusza zaprojektowaną i istniejącą zależność, co jest równoznaczne z zagrożeniem bezpieczeństwa ruchu.

Styki izolowane w obu tokach szynowych muszą być zabudowane naprzeciw siebie, tj. w linii prostopadłej do osi toru (rys. 3a).



Rys. 3. Lokalizacja styków izolowanych

a) właściwą; b) niewłaściwą

Przesunięcie styków względem siebie powoduje niejednoznaczne określenie granic sąsiednich odcinków izolowanych. Przy znacznym przesunięciu styków (kilka metrów) — rys. 3b — między nimi może znaleźć się tabor o rozstawie osi skrajnych mniejszym od „1” (np. dreżyna WM 5), którego obecność nie będzie wykazana przez żaden odcinek. W konsekwencji można będzie zrealizować przebieg przy zajętej jego drodze.

W czasie robót nawierzchniowych może się zdarzyć, że wymienia się elementy nawierzchni zastępując je innymi (np.: wymianą rozjazdu o innym promieniu, przy którym montaż styku w starej lokalizacji jest niemożliwy. W takich przypadkach sposób wykonania robót, tj. lokalizacja styków i ewentualne przeróbki w urządzeniach srk powinny być szczegółowo określone w regulaminie prowadzenia robót i ruchu.

Właściwie przygotowane roboty drogowe w torach izolowanych powinny być wykonywane w sposób kompleksowy, tj. z odbudową styków izolowanych i trakcyjnej sieci powrotnej.

Dla takiego wykonania robót jest niezbędny wymagany potencjał wykonawczy i dostateczny czas zamknięcia toru.

Nieuwzględnienie jednego z powyższych czynników powoduje, że otwiera się tor dla ruchu po wykonaniu robót zasadniczych, bez wykończenia lub po prowizorycznym wbudowaniu styków izolowanych i trakcyjnej sieci powrotnej.

Często do prowizorycznego wykonywania robót wykończeniowych zmusza zbyt krótki czas zamknięcia torów.

Przy takim założeniu i uzgodnieniu technologii robót koniecznością jest dwukrotne zamknięcie tego samego odcinka toru.

Pozostawienie prowizorycznego stanu uniemożliwia definitywne podłączenie przytorowych urządzeń srk i jest źródłem usterek.

Bardzo często utożsamia się błędnie prowizoryczne wykonanie robót ze złym wykonaniem.

Przykładowo za prowizoryczny uważa się styk zbudowany z szyn ciętych palnikiem, z wypalonymi otworami na śruby, a często z nie heblowanymi łubkami. Trwałość takich styków jest minimalna i włączenie ich do eksploatacji może być uzgodnione na czas do dwóch dni. W przypadku gdy stan taki ma trwać dłużej nie ma sensu włączać obwodów do eksploatacji, ponieważ przy ciągłym zaangażowaniu personelu utrzymania uzyskujemy nikłe efekty eksploatacyjne z ciągłym zagrożeniem bezpieczeństwa ruchu.

Technologię robót opracowują fachowcy zainteresowanych służb i ujmują w regulaminie prowadzenia robót i ruchu. Regulamin ten zatwierdza dyrektor regionu i jednocześnie udziela zgody na zamknięcie torów. Może zatem wstrzymać roboty torowe, jeżeli ich technologia odbiega od przyjętej w regulaminie do czasu wykonania robót wykończeniowych w poprzednich lokalizacjach.

Właściwie przygotowana technologia robót nie powinna dopuszczać do wprowadzania obostrzeń ruchowych z powodu niedziałania urządzeń srk po robotach torowych w okresie dłuższym niż 2 doby.

Jak wcześniej podałem bieżące utrzymanie trakcyjnej sieci powrotnej w eksploatowanych odcinkach izolowanych na liniach zelektryfikowanych należy do służby trakcji.

W wyniku prac związanych z wymianą lub utrzymaniem nawierzchni powrotna sieć trakcyjna ulega naruszeniu, uszkodzeniu lub zniszczeniu przez wykonawcę robót. W takich przypadkach zerwane lub uszkodzone łączniki szynowe naprawia wykonawca robót torowych. Wykonawcę zobowiązuje do tego zarządzenie Nr 95 Ministra Komunikacji z 1983.11.03 ogłoszone jako zmiana nr 6 do Instrukcji Mte 58.

Jeżeli nie zostaną odbudowane łączniki stałe, to wykonawca robót nawierzchniowych powinien założyć łączniki prowizoryczne i do czasu zastąpienia ich stałymi powinien sprawować nadzór nad powrotną siecią trakcyjną w tych odcinkach. Z doświadczeń eksploatacyjnych wiadomo, że najczęściej po wymianie rozjazdów lub nawet po wymianie pojedynczej szyny na odcinku izolowanym sieć powrotna nie jest odbudowywana. Nie zakłada się łączników prowizorycznych, ani nie powiadamia służby trakcji, co jest niezgodne z wyżej cytowanym Zarządzeniem MK nr 95.

Takie postępowanie, oprócz sporadycznych przypadków obiektywnych, jest spowodowane nieprzygotowaniem wykonawców do takich robót. Najczęściej wykonawcy przystępując do robót nawierzchniowych nie biorą pod uwagę faktu, że ciąży na nich obowiązek odbudowania powrotnej sieci trakcyjnej, a wynika to prawdopodobnie z nieświadomości całej skali następstw takiego postępowania.

Ewentualne skutki niewykazywania zajętości toru lub rozjazdu są rzadkie, ale niezwykle groźne. Fakt ten został podkreślony przez Ministerstwo Komunikacji, które pismem Nr CT7-092/1/80 z 1980.01.04 zobowiązało naczelników dyrektorów DOKP do takich działań, aby powstałe niedociągnięcia elektryczne w tokach szynowych były likwidowane niezwłocznie i w sposób

pewny. Temu samemu celowi ma służyć Zarządzenie Dyrekcji Generalnej PKP z marca br. — KA8-092-6/88.

4. Niedoskonałości technicznych rozwiązań elektrycznych obwodów izolowanych torowych i zwrotnicowych

Z założenia obwód torowy powinien stwierdzać jednoznacznie, czy tor jest zajęty przez tabor czy wolny. Na ogół konstrukcja obwodów torowych stosowanych na PKP jest taka, że powinien on również wykrywać każdą usterkę w obwodzie, w tym też przerwę elektrycznej ciągłości toków szynowych. Warunki te są spełnione całkowicie na obiektach bez trakcji elektrycznej.

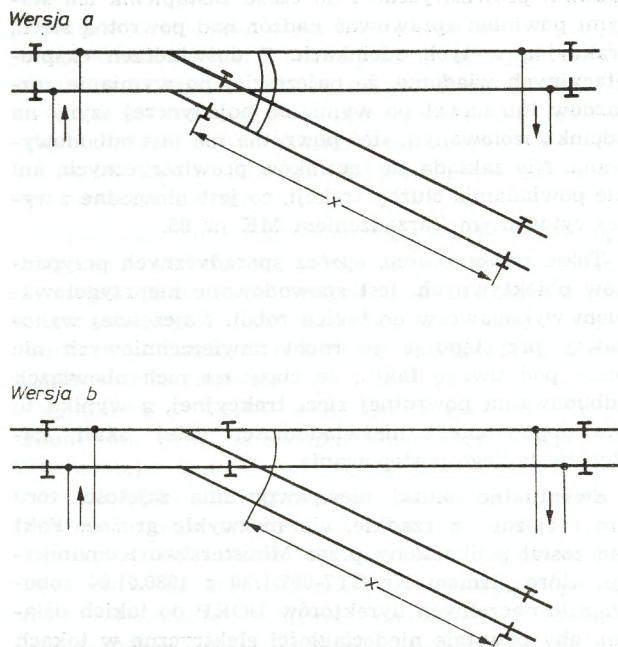
Stosowane na PKP obwody są bezpieczne i sprawne również na liniach zelektryfikowanych, po zagwarantowaniu im należytych warunków pracy.

W warunkach eksploatacyjnych nie zawsze było to realne i z tych powodów doszło do kilku wypadków kolejowych. Na podstawie zebranych doświadczeń podejmuje się działania administracyjno-organizacyjne oraz wprowadza nowe lub zmienia rozwiązania techniczne.

W ostatnich latach pod względem technicznym w zakresie obwodów torowych zrobiono wiele, m.in. zmieniono i zatwierdzono nowe parametry obwodów torowych oraz wprowadzono nowe ich rozwiązania. Jest to ujęte w „Kartach-instrukcjach obwodów torowych stosowanych na PKP” — wydanie COBiRTK Warszawa — luty 1985 r.

Wprowadzono również znaczne zmiany w istniejących i eksploatowanych obwodach. Celem nadrzędnym wprowadzanych uzupełnień i zmian do eksploatowanych obwodów jest poprawa niezawodności eksploatacyjnej i bezpieczeństwa ruchu.

Doprowadzenie eksploatowanych obwodów izolowanych do stanu zgodnego z „Kartami-instrukcjami obwodów torowych” jest przedsięwzięciem dużym i eksploatacyjnie trudnym.



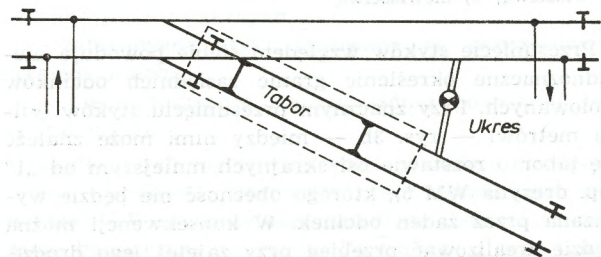
Rys. 4. Schematy izolacji rozjazdów w układzie równoległym

Wspomnę jedynie, że na terenie P. DOKP wymaga przebudowy kilkaset obwodów zwrotnicowych. Przebudowa jest bardzo skomplikowana, i z tego względu obwodom zwrotnicowym poświęcę więcej miejsca.

Rozjazdy mogą być izolowane w układzie: szeregowym, równoległym, mieszanym. Każdy z tych sposobów ma swoje wady i zalety. Na PKP najszerszej są stosowane rozwiązania w układzie równoległym w wersjach A i B rys. 4.

Wersja A ma jedną zaletę eksploatacyjną, tj. umieszczenie styków środkowych w torze „na zboczenie” mniej obciążonym, co powoduje większą trwałość tych styków. Ma ona jednak b. poważną wadę, a jest nią napięciowa kontrola szyn w części rozjazdu „na zboczenie”. Prąd płynący od zasilania przepływa szynami „na wprost” do odbiornika. Zerwanie link nie spowoduje zakłócenia w pracy obwodu i jest niewykrywalne przez obwód (dlatego 2 linki równoległe). Również część rozjazdu „na zboczeniu” między stykami (oznaczony odcinek „x”) nie jest kontrolowany przez obwód.

Może się zdarzyć, że w czasie kiedy brak jest link (oberwane), przejeżdżający pociąg będzie zwalniał ostatnią ośią drogę przebiegu już w momencie mijania styków wewnątrz rozjazdów (rys. 5) pomimo, że tabor jest jeszcze na rozjeździe, czyli zanim faktycznie minie ukres. Zatrzymanie wagonu przed minięciem ukresu powoduje pozostawienie go w skrajni toru „na wprost” i grozi wypadkiem.



Rys. 5. Szkic sytuacji niebezpiecznej po uszkodzeniu (zerwaniu) link poprzecznych

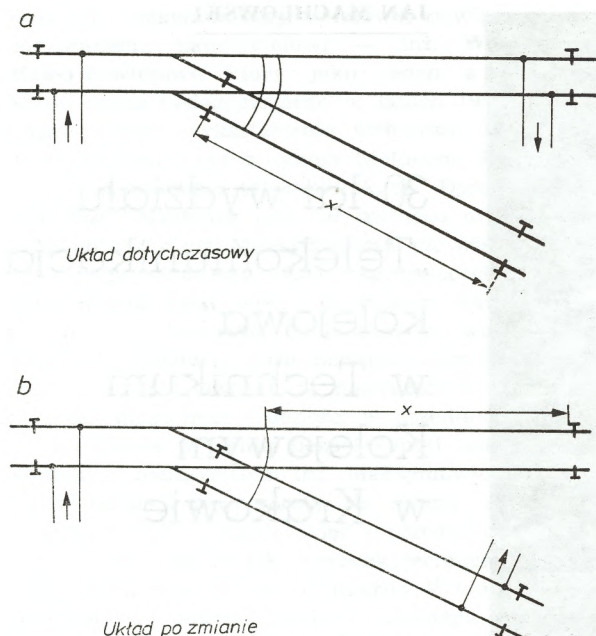
Wersja B ma tę wadę, że większość styków umieszczono w torze bardziej obciążonym. Zaletą natomiast jest kontrola układowa linki. Prąd płynący z zasilania musi przepłynąć przez linkę, a zerwanie link jest kontrolowane i natychmiast sygnalizowane pozorną zajętością rozjazdu. Jednakże w tej wersji również część rozjazdu na zboczenie (odcinek „x” od spawu linki do styku) nie jest kontrolowana przez obwód i w przypadku przerwy elektrycznej nie jest ona wykrywalna.

Przedstawione rozwiązania ze względu na swoje wady nie w pełni zdają egzamin i w związku z tym decyzją DG PKP (pismo CT2h-510) 25/78 z 1978.11.28 nie powinna być stosowana wersja A obwodów (rys. 4) w nowo budowanych urządzeniach.

Wersja B może być stosowana pod warunkiem, że zostaną pospawane odcinki szyn „x” i zapewnione organizacyjnie warunki sprawdzania ciągłości elektrycznej tego odcinka.

Postanowienia te wymagają od służby automatyki przebudowy wszystkich eksploatowanych wg wersji A obwodów zwrotnicowych.

Obwody w istniejącej wersji „A” mogą być zmienione przez:



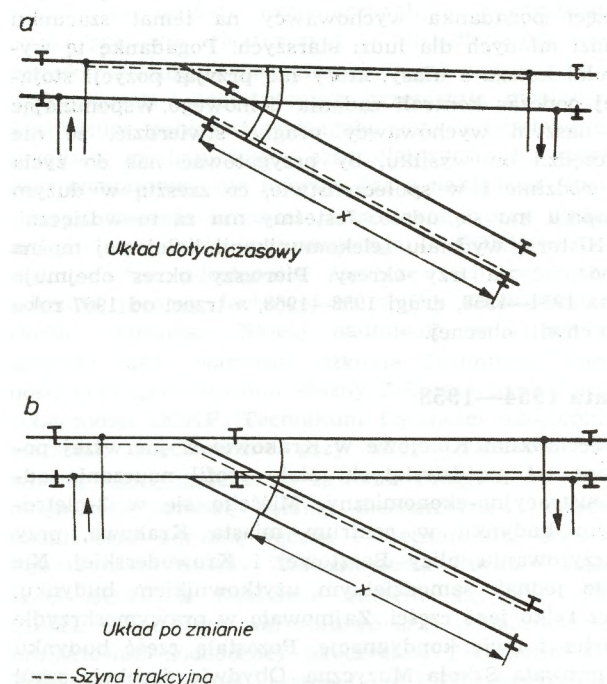
Rys. 6. Sposób przebudowy układu według wersji A na wersję B przez zmianę miejsca odbioru

a) przeniesienie odbioru (zasilania) dla uzyskania kontroli układowej linki poprzecznej (rys. 6),

b) zastosowanie dwóch przekładników torowych dla uzyskania ciągłej kontroli wszystkich fragmentów odcinka,

c) przełożenie środkowych styków izolowanych (rys. 7).

Rozwiązania wg pkt „a” i „c” polegają na doprowadzeniu rozwiązań wersji A do zgodności z wersją B.



Rys. 7. Sposób przebudowy układu według wersji A na B przez zmianę lokalizacji styków środkowych

Wyboru sposobu zmiany izolowania rozjazdu dokonuje projektant biorąc pod uwagę układ torowy całej stacji, istniejący stan zaizolowania rozjazdów i wynikający stąd rozkład faz zasilania, szyn trakcyjnych oraz warunków miejscowych.

Rozwiązanie „a” (rys. 6) — jest najprostszym, najtańszym i najmniej pracochłonnym rozwiązaniem. Zaleca się go stosować wszędzie, gdzie to możliwe, ponieważ nie pociąga za sobą żadnych innych zmian oprócz uzupełnienia spawania szyn w odcinku „x”. Polega ono na przeniesieniu odbioru (zasilania) z jednej końcówki rozjazdu na drugą (przez co wersja „A” zmienia się na „B”) i po zespawaniu szyn na odc. „x” odcinek jest przerobiony.

Rozwiązanie wg punktu „b” jest rozwiązaniem najlepszym ze względu na bezpieczeństwo ruchu, lecz wymaga dodatkowych żył kablowych i przekładników, przez co zastosowanie go w urządzeniach eksploatowanych może być kłopotliwe. Uważam, że mimo większych kosztów instalacyjnych należy je stosować w tych odcinkach, które decydują o zwolnieniu przebiegu lub sekcji.

Rozwiązanie „c” rys. 7 (przekładanie styków izolowanych) należy stosować tylko wtedy, gdy nie da się zastosować innych rozwiązań. Oprócz przekładania wewnętrznych styków izolowanych występuje prawie zawsze konieczność przebudowy trakcyjnej sieci powrotnej wraz ze zmianą systemu uszynień słupów trakcyjnych i innych budowli. Występuje również konieczność zmiany systemu kontroli tyków izolowanych (dobór faz zasilających).

Z powyższych względów rozwiązań według tej wersji nie można wdrażać sukcesywnie w ślad za wykonaniem fragmentu robót, lecz dopiero po kompleksowym ich wykonaniu dla całego obiektu. Włączenie do eksploatacji przebudowanych wg tej wersji obwodów izolowanych wymagałoby wyłączenia z zależności wszystkich obwodów torowych na czas robót przełączeniowych nawet na kilka dni.

W rzeczywistości na żadnym eksploatowanym obiekcie nie występuje konieczność stosowania rozwiązania tylko wg jednego z omawianych przypadków. Każdy obiekt jest kombinacją przedstawionych rozwiązań.

Przy rzetelnym współdziałaniu służb automatyki, drogowej i trakcji możliwe jest chociaż nie bez problemów doprowadzenie eksploatowanych obwodów izolowanych na każdym obiekcie do stanu zgodnego z aktualnymi wymaganiami.

Informacyjnie podaję, że potrzeby P. DOKP mają być zrealizowane w 65% rozwiązaniem wg przypadków „a” i „b”, natomiast pozostałe wg przypadku „c”.

Dotychczas przerobiono już 54% obwodów (wg stanu na 87.12.31) i prawie wszystkie wg rozwiązań „a” i „b”.

Potwierdza to tezę o największych trudnościach przy stosowaniu rozwiązań wg przypadku „c” i starą maksymę, że najbardziej liczyć można na siebie.



30 lat wydziału „Telekomunikacja kolejowa” w Technikum Kolejowym w Krakowie

Fot. 1. Widok szkoły (fot. Józef Jauernig)

W czerwcu 1988 roku minęło 30 lat, od czasu kiedy pierwsi absolwenci wydziału telekomunikacji kolejowej opuścili mury Technikum Kolejowego w Krakowie przy ulicy Basztowej 9.

Wydział ten otwarto w roku szkolnym 1954/55. Naukę rozpoczęło 40 uczniów: 22 dziewczęta i 18 chłopców, a wśród nich piszący te słowa. Większa część młodzieży była zamiejscowa — z makroregionu Polski Południowej, a tylko 10% z miasta Krakowa. Przeważała młodzież pochodzenia robotniczego, niewiele było pochodzenia chłopskiego i inteligenckiego. Zespół klasowy wyłoniono po egzaminie wstępnym, przy którym na jedno miejsce przypadało dwóch kandydatów. Większą szansę mieli ci kandydaci, którzy uzyskali lepsze wyniki na egzaminie wstępnym z matematyki. Udany nabór na nowy wydział był niewątpliwie w dużym stopniu zasługą szkoły, która prowadziła szeroką akcję rekrutacyjną. Opracowano sugestywny afisz przedstawiający charakterystyki zawodowe wszystkich wydziałów, formy pomocy materialnej (internat, stypendium, bezpłatne umundurowanie) dla uczniów oraz perspektywę zatrudnienia absolwentów. Afisze rozesłano do wielu szkół podstawowych, rozsiąanych na terenie Polski Południowej, które poinformowały uczniów o walorach Technikum Kolejowego w Krakowie. Ta forma rekrutacji okazała się skuteczna. Wykazały to sondaże przeprowadzone wśród uczniów na lekcjach wychowawczych. 80% uczniów stwierdziło, że wiadomość o technikum uzyskała z afisza. Przez wiele lat bazą rekrutacyjną była młodzież ze szkół wiejskich i małych miasteczek. Dopiero w połowie lat siedemdziesiątych wystąpił wzrost zainteresowania nauką w Technikum Kolejowym wśród młodzieży miasta Krakowa i okolicy. Zainteresowanie to nadal się utrzymuje. W roku szkolnym 1987/88 w trzeciej, czwartej i piątej klasie telekomunikacji kolejowej procent młodzieży z miasta Krakowa wynosił odpowiednio 85%, 80% i 70%. Świadczy to o wzroście prestiżu Technikum Kolejowego wśród krakowskich średnich szkół zawodowych.

Wychowawcą I klasy wydziału „telekomunikacja kolejowa” był świetny dydaktyk-nauczyciel matema-

tyki — nieżyjący już **mgr Władysław Nowak**. Wiele wymagał od wychowanków, ale więcej od samego siebie. W praktyce pedagogicznej kierował się maksymą: „słowa uczą, a przykłady pociągają”. Zadania domowe systematycznie kontrolował podchodząc do każdego z uczniów, a każdy kontrolowany uczeń w pozycji stojącej wręczał nauczycielowi zeszyt. Bardzo szybko oceniał jakość wykonanej pracy i lapidarnymi słowami ją komentował. Z chwilą kiedy rozeznał indywidualne możliwości ucznia, korygował metodę kontroli w kierunku zasady: od każdego według jego zdolności, wymagając od każdego ucznia pewnego minimum wiadomości. Nie może zatrzeć się w pamięci pogadanka wychowawcy na temat szacunku ludzi młodych dla ludzi starszych. Pogadankę tę wywołał kolega z klasy, który nie przyjął pozycji stojącej podczas kontroli zadania domowego. Wspominając o naszym wychowawcy pragnę stwierdzić, że nie szczędził on wysiłku, by przygotować nas do życia w rodzinie i w społeczeństwie, co zresztą w dużym stopniu mu się udało. Jesteśmy mu za to wdzięczni.

Historię wydziału telekomunikacji kolejowej można podzielić na trzy okresy. Pierwszy okres obejmuje lata 1954—1958, drugi 1958—1968, a trzeci od 1967 roku do chwili obecnej.

Lata 1954—1958

Technikum Kolejowe w Krakowie w pierwszej połowie lat pięćdziesiątych miało profil nauczania administracyjno-ekonomicznego. Mieściło się w 3-piętrowym budynku w centrum miasta Krakowa, przy skrzyżowaniu ulicy Basztowej i Krowoderskiej. Nie było jednak samodzielnym użytkownikiem budynku, lecz tylko jego części. Zajmowało w prawym skrzydle parter i dwie kondygnacje. Pozostałą część budynku zajmowała Szkoła Muzyczna. Obydwie dyrekcje szkół były niezadowolone z tej sytuacji i czyniły starania o przejęcie w swoje posiadanie całości budynku. Trudniejszą sytuację lokalową miało Technikum. Nauka odbywała się nieprzerwanie na dwie zmiany od godziny 8.00 do godziny 20.00. Sprawy organizacyjne

wydziału telekomunikacji kolejowej powierzono nowo pozyskanemu nauczycielowi — inż. **Władysławowi Maksymowiczowi**, który jako jeden z nielicznych wśród grona pedagogicznego w latach 1954—1956 posiadał wyższe wykształcenie techniczne. Przybył on do technikum wraz z synem Stefanem, który podjął naukę na wydziale telekomunikacji. Dyrektor szkoły mgr **Józef Machejek** dokonał trafnego wyboru angażując do pracy inż. Maksymowicza, człowieka ogarniętego pasją tworzenia nowej specjalności kolejowej, którą widział jako jeden z czynników warunkujących postęp w kolejnictwie. Cechowała go wielka życzliwość do uczniów i duże poczucie humoru. Swojego przedmiotu nie uważał za najważniejszy. Rozumiał, że uczeń może mieć trudności w przedmiocie i starał się mu pomóc w formie bezpośredniej lub pośredniej. Kontakt z nauczycielem inż. Maksymowiczem mieliśmy w szkole i poza szkołą. Na terenie szkoły obcowaliśmy z nim w czasie zajęć z przedmiotów ogólnotechnicznych, takich jak: rysunek techniczny, technologia metali i mechanika techniczna. Wielokrotnie spotykaliśmy się podczas kontroli przebiegu zajęć praktycznych w warsztatach i w pracowniach rozsiąanych w obcych instytucjach. W klasie trzeciej i czwartej przeprowadzał kontrolę praktyk produkcyjnych. Organizował wycieczki naukowe, między innymi do Akademii Górniczo-Hutniczej i Huty „Pokój”. Kiedy „narozrabialiśmy”, wstawiał się za nami w Dyrekcji Szkoły i zawsze umiał wynegocjować łagodniejszy wymiar kary. Wśród młodzieży i grona pedagogicznego krążyła opinia, że inż. Władysław Maksymowicz to prawdziwy sympatyk I rocznika wydziału telekomunikacji, który w latach 1954—1957 był wydziałem jednej klasy.

Zorganizowanie Wydziału Telekomunikacji było dla Dyrekcji Technikum bardzo trudnym przedsięwzięciem. Stworzenie nowej bazy dydaktycznej, a mianowicie: warsztatów mechanicznych i teletechnicznych, pracowni elektrycznej i teletechnicznej oraz pozyskanie kadry pedagogicznej do prowadzenia zajęć praktycznych i teoretycznych przerastało możliwości Technikum, ponieważ wymagało nowych pomieszczeń, urządzeń mechanicznych oraz elektrycznych, aparatury pomiarowej, nie mówiąc już o nakładach finansowych. Zadanie to zostało zrealizowane przy wydatnej pomocy zakładu patronującego — DOKP w Krakowie, która udostępniła zaplecze techniczne oraz udzieliła pomocy fachowej ze służby zabezpieczenia ruchu i łączności. Należy nadmienić, że z pomocą przyszły także warsztaty szkolne Technikum Łączności oraz Laboratorium Służby Zabezpieczenia Ruchu i Łączności DOKP. Technikum Łączności udostępniło warsztaty mechaniczne przy ulicy Cystersów oraz własną kadrę nauczycieli zawodu. Program szkolenia obejmował obróbkę ręczną, mechaniczną i cieplną metali oraz obróbkę ręczną i mechaniczną drewna. Laboratorium Służby Zabezpieczenia Ruchu i Łączności DOKP w Krakowie mieściło się przy ulicy Lubicz. Stanowiska warsztatowe oraz pomiarowe zaprojektowali dochodzący nauczyciele Technikum Kolejowego, zatrudnieni etatowo na PKP. Spośród ich grona największy zakres obowiązków przejęli: inż. **Karol Dydo** — kierownik laboratorium, inż. **Lesław Kraus** — st. kontroler służby łączności i inż. **Ferdinand Ostachowicz** — kierownik działu łączności. Bliskimi ich współpracownikami byli technicy: **Kazimierz**

Maliszczak, Marian Bialek i Józef Wąsik — pracownicy działu łączności. Wymieniona grupa nauczycieli w różnych konfiguracjach prowadziła warsztaty i pracownie. Ponadto inżynierowie: **Karol Dydo** i **Lesław Kraus** prowadzili zajęcia teoretyczne z przedmiotów zawodowych. Obydwaj byli indywidualnościami w zespole. Inż. Kraus wyróżniał się pracą koncepcyjną nad tworzeniem wydziału telekomunikacji, natomiast inż. Dydo materializowaniem koncepcji. Wspólna ich działalność przynosiła szybkie efekty w urządzaniu warsztatów oraz pracowni. Należy podkreślić, że inż. **Karol Dydo** cieszył się opinią najlepszego dydaktyka. Na opinię tę złożyły się nie tylko predyspozycje pedagogiczne, ale duży nakład własnej pracy, albowiem każda lekcja była dokładnie przemyślana oraz starannie przygotowana.

Warunkiem uzyskania świadectwa dojrzałości było:

- wykonanie pracy dyplomowej,
- złożenie egzaminu pisemnego i ustnego z przedmiotów zawodowych,
- złożenie egzaminu pisemnego i ustnego z języka polskiego i matematyki oraz z wybranego przedmiotu dodatkowego.

Tabela 1. Wykaz absolwentów I rocznika wydziału telekomunikacja kolejowa

Cyranowski Stefan, Czaja Daniela, Gomulka Halina, Jabłońska Józefa, Kawala Leszek, Komońska Zofia, Kowal Maria, Liszka Aleksander, Litwicki Andrzej, Łapeczyńska Janina, Machlowski Jan, Maksymowicz Stefan, Mysona Ewa, Staszkievicz Marian, Sznajder Leszek, Swieczka Maria

Wymagania te spełniło 16 osób (tabela 1). Prymusem klasy został **Andrzej Litwicki**. W czerwcu 1958 roku na uroczystym spotkaniu dyrektor szkoły — mgr **Józef Machejek** wręczył pierwsze w historii Technikum Kolejowego dyplomy technika telekomunikacji kolejowej (tabela 2). Za trud wychowania oraz nauczania naszego zespołu klasowego należy podziękować nie tylko wymienionej grupie nauczycieli, ale także wszystkim nauczycielom, którzy pracowali z nami w okresie 4-letniego pobytu w szkole. Pozwolę sobie wymienić jeszcze dwa nazwiska znakomitych nauczycieli, a mianowicie — nauczycielki języka polskiego mgr **Marii Drewienkiewicz** — człowieka wielkiego serca i dobroci oraz dra **Stanisława Korczyńskiego** — świetnego historyka.

Lata 1953—1968

W roku szkolnym 1958/59 Technikum Kolejowe w sposób zasadniczy zmienia profil nauczania, a mianowicie z administracyjno-ekonomicznego na techniczny. Wstrzymuje się nabór kandydatów na wydział ekonomiczny, a propaguje nowe wydziały: zabezpieczenia ruchu kolejowego i trakcji elektrycznej. Kierunek administracyjny kontynuuje Studium Policealne. Wydział telekomunikacji kolejowej jako najliczniejszy obejmuje 10 oddziałów. Zwiększa się techniczne wyposażenie szkoły w zakresie nauczania przedmiotów elektrycznych. Technikum przejmuje od Szkoły Muzycznej parter w lewym skrzydle budynku oraz III piętro w prawym skrzydle budynku. Na parterze urządziła pracownie elektryczne, a na III piętrze sale lekcyjne. W kierownictwie szkoły oraz w instytucjach

Tabela 2. Wykaz przedmiotów na świadectwie dojrzałości w 1958 roku

Język polski
Język rosyjski
Historia i wiadomości o Polsce
Biologia
Wychowanie fizyczne
Przysposobienie wojskowe
Geografia gospodarcza
Chemia
Fizyka
Matematyka
Maszynoznawstwo
Mechanika techniczna
Podstawy elektrotechniki
Rysunek techniczny
Bezpieczeństwo i higiena pracy
Warsztaty mechaniczne i elektryczne
Linie telekomunikacyjne
Pracownia elektryczna i telekomunikacyjna
Urządzenia telefoniczne
Urządzenia teletransmisyjne
Urządzenia telegraficzne
Urządzenia sygnalizacji teletechnicznej
Podstawy telekomunikacji i miernictwa
Urządzenia elektryczne i zasilające
Zarys radiotechniki i lampy elektronowe
Organizacja remontów urządzeń telekomunikacyjnych
Urządzenia bezpieczeństwa ruchu pociągów i technika ruchu kolejowego
Encyklopedia kolei
Organizacja administracji kolejowej
Technologia metali
Materiałoznawstwo elektryczne

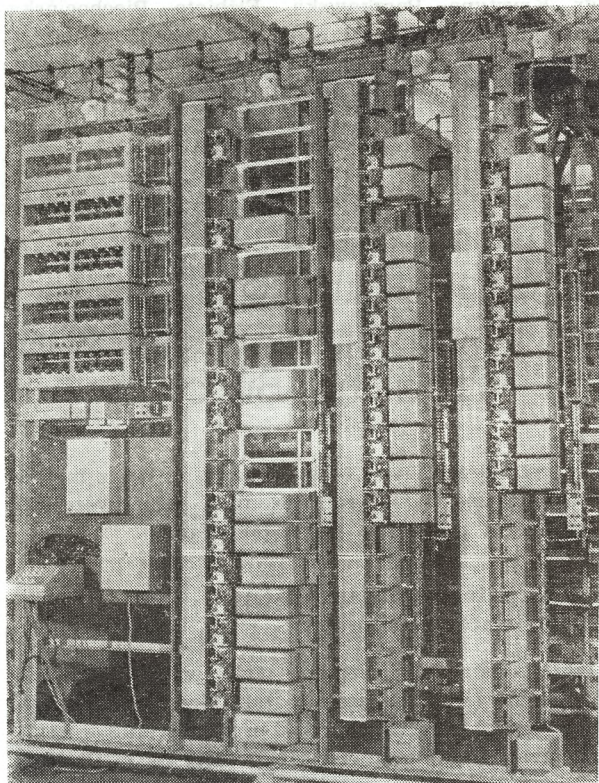
nadzorujących istnieje świadomość, że obecne technikum nie jest perspektywiczne. Jego rozwój jest blokowany przez brak pełnej infrastruktury szkolnej (warsztatów mechanicznych, zespołów pracowni, gabinetów specjalistycznych, internatu) wymaganej od nowoczesnej średniej szkoły technicznej. Czyni się więc starania o budowę nowego Technikum Kolejowego. Dzięki współdziałaniu Ministerstwa Komunikacji, DOKP Kraków oraz Kuratorium Okręgu Szkolnego w Krakowie udaje się w krótkim czasie uzyskać lokalizację, opracować projekt techniczny i znaleźć wykonawcę budowy nowej szkoły. W okresie tym zmienia się kierownictwo szkoły. W 1962 roku na stanowisko dyrektora technikum powołano **inż. Tadeusza Leję**, który wniósł znaczący udział w powstanie, wyposażeniu oraz urządzeniu otoczenia obecnej szkoły. Za długoletnią (21 lat) pełną poświęcenia pracę oraz działalność społeczną otrzymał wiele odznaczeń resortowych i państwowych, a wśród nich Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski. Najbliższym współpracownikiem dyrektora inż. Tadeusza Lei była **mgr Józefa Korzeniowska** pełniąca funkcję z-cy dyrektora ds. pedagogicznych. Wicedyrektor mgr Józefa Korzeniowska była osobą powszechnie szanowaną przez grono pedagogiczne oraz młodzież szkolną. Jej stosunek do młodzieży był podobny do takiego, jaki występuje między matką a dzieckiem. Niżej podpisany jest wdzięczny Pani Dyrektor za wprowadzenie do grona pedagogicznego Technikum Kolejowego w Krakowie. Należy zaznaczyć, że w okresie lat 1958–1968 działalność wydziału telekomunikacji w zakresie przygotowania zawodowego przebiegała odmiennie niż w okresie poprzednim. Różnice występują w programach nauczania oraz w wyposażeniu bazy dydaktycznej. Warsztaty mechaniczne organizuje się w Kolejowych Zakładach Zabezpieczenia Ruchu i Łączności przy ulicy Lubicz, a nauczycielami zawodu są pracownicy wymienionych zakładów. Warsztaty i pracownie elek-

tryczne znajdują się w Technikum przy ulicy Basztowej.

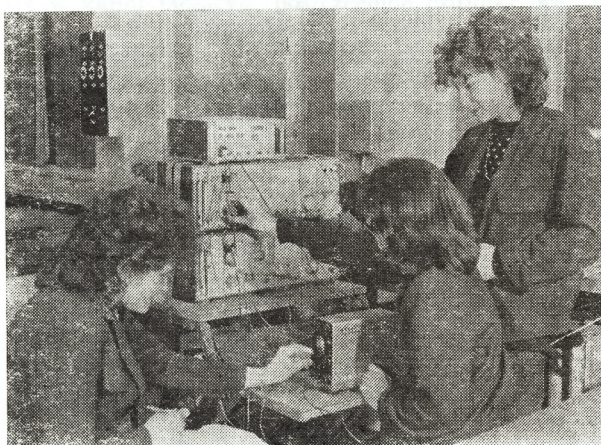
Duża liczba oddziałów wymaga zwiększenia kadry pedagogicznej. Zajęcia prowadzą nauczyciele zatrudnieni na cały etat oraz dochodzący nauczyciele zawodu. Oprócz inż. Lesława Krausa i inż. Karola Dydo pojawiają się nowi nauczyciele, między innymi inż. **Jerzy Tyluś**, inż. **Jerzy Bielski** i inż. **Wiktor Mól**. Wymieniona grupa nauczycieli na czele z inż. **Lesławem Krausem** bierze czynny udział w przygotowaniu założeń technicznych do urządzania warsztatów oraz pracowni szkolnych w nowym technikum. Inż. Lesław Kraus ściśle współpracuje z wybitnymi pedagogami z dziedziny zabezpieczenia ruchu kolejowego z inż. **Franciszkiem Swigostem** i inż. **Stanisławem Nawrockim**, którzy wykonywali podobne zadania na wydziale zabezpieczenia ruchu kolejowego. Wspomniana grupa nauczycieli, z której trzech pracuje do chwili obecnej (inż. Lesław Kraus, inż. Jerzy Tyluś i inż. Jerzy Bielski) wmurowała wiele cegieł w gmach dzisiejszego Technikum Kolejowego.

Okres od 1968 roku do chwili obecnej

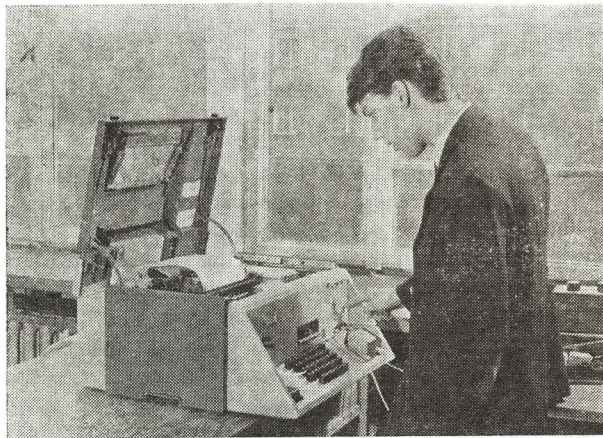
W historii krakowskiego Technikum Kolejowego pamiętna data — to 1 września 1968 roku — dzień otwarcia nowej szkoły przy ulicy Ułanów 3 — przecznica arterii łączącej Kraków z Nową Hutą (fot. 1). Nowe technikum ma pełną infrastrukturę średniej szkoły technicznej, a więc warsztaty mechaniczne, pracownie specjalistyczne, sale przedmiotowe, obiekty sportowe, poligon kolejowy, gabinety lekarskie oraz internat szkolny. Wymienione walory uczyniły Technikum Kolejowe szkołą atrakcyjną, szczególnie dla młodzieży zamiejscowej. Liczba wydziałów technicznych wzrasta do pięciu, przy czym wydział telekomunikacji cieszy się największym zainteresowaniem, które trwa niezmiennie od lat. Mimo to, od roku szkolnego 1966/1967 następuje ograniczenie naboru na wydział telekomunikacji tylko do jednej klasy, i stan ten utrzymuje się do chwili obecnej. Decyzję tę podjęto na wniosek DOKP Kraków, uzasadniając ją potrzebą utworzenia nowego wydziału — drogi i mosty kolejowe, gdyż występuje duże zapotrzebowanie na kadrę o tej specjalności, a absolwenci wydziału telekomunikacji napotykały trudności z zatrudnieniem. Wydział telekomunikacji kolejowej przekazuje wydziałowi dróg i mostów kolejowych jedną ze swoich pracowni. Rok szkolny 1970/71 to ostatni, w którym funkcjonują dwa oddziały piątych klas telekomunikacji kolejowej, a jednocześnie pierwszy, kiedy wprowadzono możliwości ukończenia technikum bez konieczności zdawania matury. W okresie 20 lat wydział telekomunikacji utracił ponad jedną trzecią swojej bazy lokalowej. Ostatni przypadek miał miejsce w 1986 roku, kiedy to wystąpiła potrzeba uruchomienia pracowni informatyki. Obecnie wydział telekomunikacji dysponuje dwoma pomieszczeniami, pierwsze to pracownia telekomunikacyjna, natomiast drugie sala przedmiotowo-warsztatowa. Pracownia telekomunikacyjna dzieli się na dwie części. W pierwszej części znajdują się ramy rzędowe z wbudowanymi urządzeniami (fot. 2) a w drugiej stanowiska ćwiczeniowe (fot. 3, 4 i 5). W skład wyposażenia pracowni telekomunikacyjnej wchodzi: ugrupowania łączeniowe centrali zbiorczej i węzłowej, centrala krzyżowa 2ONN, centralka dyspozycyjna KTE, stojak urządzeń



Fot. 2. Rama urządzeń łączeniowych
(fot. Kazimierz Zieliński)



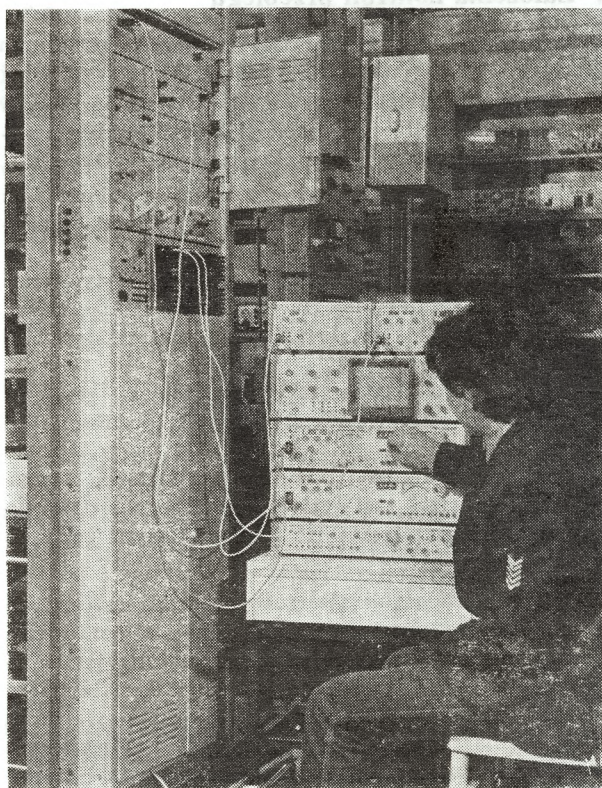
Fot. 3. Badanie podzespołu teletransmisyjnego
(fot. Kazimierz Zieliński)



Fot. 4. Sprawdzanie dalekopisu
(fot. Kazimierz Zieliński)

telefonii wielokrotnej Z-12, wzmacniaki akustyczne KWA, urządzenie telegrafii nadrozmównej TgFN-1, dalekopisy T-51 i T-100, urządzenie sygnalizacji pożaru i czasu, aparaty telefoniczne specjalne, selektory Selton i telekonferencyjne — Telkom. Oprzyrządowanie pracowni jest takie samo, jakie stosuje się w eksploatacji urządzeń łączności na PKP. Praktyka taka pozwala absolwentowi szybciej osiągnąć samodzielność, dając obopólne korzyści — pracownikowi i zakładowi pracy. Przykład stosowania tej zasady to posiadanie teletransmisyjnych zestawów pomiarowych różnych generacji firmy PRACITRONIC z NRD oznaczonych symbolami 60, 61, 62 i 73. W skład zestawu pomiarowego wchodzi: miernik poziomu, generator, psfometr i poziomoskop. Drugie pomieszczenie (sala przedmiotowo-warsztatowa) spełnia dwie funkcje, stanowi salę przedmiotową oraz salę do praktycznej nauki zawodu „warsztaty teletechniczne”. Skojarzenie w jednym pomieszczeniu dwóch czynności jest rozwiązaniem kompromisowym podyktowanym trudnościami lokalowymi szkoły.

W nowym Technikum Kolejowym poszerza się zespół kierowniczy szkoły. Dyrektor inż. Tadeusz Leja ma początkowo dwóch, a następnie trzech zastępców, w tym jednego ds. administracyjnych. Funkcję tę pełni nieprzerwanie **Stanisław Rabiej** — wychowanek szkoły. W 1970 roku wicedyrektor mgr Józefa Korzeniowska przechodzi na emeryturę, a jej stanowisko obejmuje **mgr Krystyna Paszkowska** — nauczyciel matematyki, która obowiązki te pełni do chwili obecnej. Mgr Krystyna Paszkowska nie szczędi trudu i wysiłku przy wychowywaniu wielu pokoleń młodzieży. Za pełną poświęcenia pracę uhonorowano ją wieloma odznaczeniami resortowymi i państwowymi. Funkcję drugiego z-cy dyrektora pełnili kolejno **mgr inż. Mieczysław Baryluk** i **mgr inż. Anna Zakrzewska**.



Fot. 5. Pomiary teletransmisyjne na stojaku telefonii wielokrotnej
(fot. Kazimierz Zieliński)

W roku szkolnym 1983/84 dyrektor inż. Tadeusz Leja przeszedł na emeryturę, a kierownictwo szkoły objął mgr inż. Andrzej Cichoń. Dyrektor mgr inż. Andrzej Cichoń z zespołem swoich zastępców: mgr,

mgr Krystyną Paszkowską, Elżbietą Piechocińską, Adamem Waligórą i Stanisławem Rabejną kształtują harmonijny rozwój szkoły w działalności dydaktycznej oraz wychowawczej aż do dnia dzisiejszego.

mgr inż. ROMAN SABAT

ACA Wrocław Brochów

Urządzenia kontroli przebiegu pojemników w trasie poczty pneumatycznej na stacji Wrocław Brochów

W czasie próbnej eksploatacji urządzeń poczty pneumatycznej uruchomionej w 1987 r. na stacji Wrocław Brochów powstała koncepcja śledzenia procesu przesyłania pojemników w rurociągu transportowym. Od chwili pierwszych prób instalacji poczty w lipcu 1987 roku stwierdzono przypadki wadliwego działania poszczególnych elementów instalacji. Występowały „zakleszczenia” przesyłanych pojemników w przewodzie przesyłowym. Miejsce zatrzymania było trudne do zlokalizowania z powodu dużej odległości obu posterunków, wynoszącej około 2170 m. Powstała obawa, że trudności te w późniejszej eksploatacji mogą wpłynąć na zakłócenie procesu technologicznego stacji i spowodować przerwę w eksploatacji urządzeń.

Podjęto prace projektowe i wykonawcze mające na celu eliminację opisywanych niedogodności i stworzenie urządzeń informujących o miejscach powodujących zakłócenia w normalnej eksploatacji oraz wspomagających dla pracowników usuwających usterki.

1. Założenia kontroli przebiegu pojemników w przewodzie transportowym

— kontrolę przebiegu pojemników transportowych przyjęto jako odcinkową, poprzez kontrolowanie przebiegu pojemników przez punkty charakterystyczne;

— w punktach charakterystycznych powinny być umieszczone czujniki wykrywające pojemnik transportowy.

— odległość między punktami charakterystycznymi powinna być zmniejszona na odcinkach z dużą liczbą kompensatorów, łuków, przejść nad torami, drogami, kładką itd.;

— sygnalizacja na obu posterunkach ze stacjami nadawczo-odbiorczymi powinna działać niezależnie od siebie;

— urządzenia kontroli powinny być odporne na zaniki napięcia sieci zasilających; miejsce znajdowania się pojemnika w przewodzie transportowym powinno być zapamiętywane.

W punktach charakterystycznych, rozmieszczonych na całej trasie poczty pneumatycznej zamontowano złącza pomiarowe, w które wkręcono indukcyjne czujniki magnetyczne typu PCID — 10 ZP. O doborze rodzaju czujnika zdecydowały te same warunki, przyjęte dla czujników krańcowych, pracujących w systemie automatyki sterowania procesem transportu. Indukcyjna metoda wykrywania metalowych elementów umieszczonych odpowiednio w pojemni-

kach jest niewrażliwa — w porównaniu np. z metodą fotoelektryczną — na zabrudzenia i zanieczyszczenia pojemnika i przewodu transportowego.

2. Charakterystyka urządzeń i parametry techniczne

Jako podstawowy element wykrywający pojemnik transportowy (umieszczone w zakrętkach pojemników opaski metalowe) dobrano w projektowaniu i realizacji urządzeń kontroli czujnik indukcyjny PCID-10ZP.

Dane techniczne czujnika PCID-10ZP

1. Napięcie zasilania	10—30 V
2. Tętnienia napięcia zasilania	< 10%
3. Nominalna strefa działania S_n	10 mm $\pm$ 1 mm
4. Histereza przełączania	L $\rightarrow$ 10% S_n
5. Pobór prądu bezysterowania	< 20 mA
6. Napięcie szczątkowe	0,8—1,8 V
7. Prąd obciążenia	200 mA
8. Narastanie sygnału wyjściowego	< 1 V/ μ S
9. Wyjście	PNP, normalnie otwarcie
10. Temperatura pracy	—25 C, +70 C
11. Wibracje	f < 55 Hz,
12. Udry	a = 1 mm (maks.) b < 30 g (maks.) t = 11 nS
13. Stopień ochrony	IP 67

Czujniki PCID charakteryzują się ponadto zabezpieczeniem wyjścia przed przeciążeniem, przed zmianą polaryzacji napięcia oraz przed przepięciami w zasilaniu.

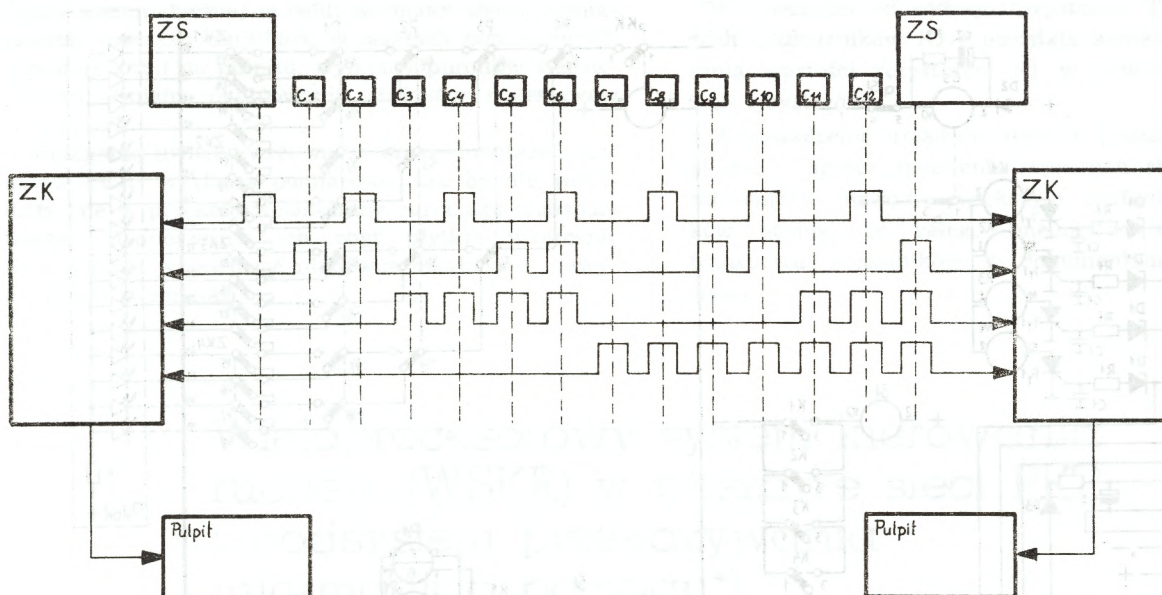
Czujniki są wykonane w postaci cylindrycznej z chromowanym gwintem zewnętrznym M30 $\times$ 1,5.

Szybkość działania

Indukcyjne czujniki PCID pozwalają na wykrywanie pojemników transportowych przesyłanych z prędkością do 18 m/s, co przy średniej prędkości przesyłanego pojemnika wynoszącej ok. 11 m/s stanowi istotną rezerwę. Maksymalna prędkość 18 m/s wynika z przyjętej szerokości metalowej opaski zakrętki pojemnika równej średnicy czoła czujnika indukcyjnego.

3. Zasada działania urządzeń

Koncepcję śledzenia przebiegu pojemników oparto na zbieraniu informacji od poszczególnych czujników



Rys. 1. Schemat blokowy urządzeń kontroli przebiegu pojemników

rozmieszczonych na trasie rurociągu. Przyjęto, że każdy z czujników i zestawów sterujących automatyki poczty wysyłać będzie jednoznacznie określony kod binarny na wspólną przewodową linię transmisyjną.

Rozwiązanie takie pozwala na minimalizację liczby żył w kablu łączącym poszczególne czujniki oraz na znaczne uproszczenie budowy zestawów wykonawczych i obniżenie kosztów realizacji. Przyjęto również, że sygnały z czujników będą odbierane z obu końców linii transmisyjnej i odpowiednio dekodowane niezależnie na obu posterunkach.

Na rysunku 1 zilustrowano schemat blokowy urządzeń kontroli przebiegu pojemników wraz z przebiegami czasowymi w żyłach kabla zewnętrznego.

W chwili startu pojemnika ze stacji nadawczej z zestawu sterowniczego ZS poczty pneumatycznej jest dostarczany pierwszy sygnał na linię kodowe. W tym momencie zostanie podświetlona pierwsza dioda świecąca w pulpicie sygnalizując stan zajęcia pierwszego odcinka kontrolowanego rurociągu. Przesyłany pojemnik oddziałuje na kolejne czujniki na trasie. Sygnały z czujników C są kodowane kolejno w systemie dwójkowym wg zasady:

ZS 0 0 0 1 (zestaw sterujący stacji nad.-odb.)
 C 1 0 0 1 0
 C 2 0 0 1 1
 C 3 0 1 0 0
 C 4 0 1 0 1
 C 5 0 1 1 0

C11 1 1 0 1
 C12 1 1 1 0
 ZS 1 1 0 0 (zestaw sterujący stacji nad.-odb.)

Poszczególne stany są kodowane za pomocą diod na listwach zaciskowych w obudowach czujników w złączach pomiarowych. Zastosowanie 4 żył pozwala na zakodowanie maks. 15 punktów kontrolnych (łącznie z dwoma zestawami sterującymi przy stacjach nadawczo-odbiorczych). Czas podawania pojedynczego

kodu przez czujniki na żyły kablowe wynosi ok. 1 ms.

Poszczególne kody sygnałowe są przesyłane drogą kablową do obu zestawów kontrolnych. Kody są tam zapamiętywane i odpowiednio dekodowane. Parametrem dodatkowym dekodera jest stan przełączników „K” — kierunkowo utwierdzających zestawów sterujących automatyki. W zależności od kierunku przesyłania pojemników, przy minięciu czujnika podświetleniu ulega dioda świecąca jednego z dwu sąsiadujących z czujnikiem odcinków trasy rurociągu.

4. Budowa i działanie zestawów kontrolnych

Jako rozwiązanie konstrukcyjne przyjęto wykonanie wewnętrznych urządzeń kontroli przebiegu pojemników w zestawach sygnalizacyjnych w oparciu o zestawy ECH-33.. produkcji ZWUS Katowice.

Zestaw ZK urządzeń kontroli został wyposażony w następujące przełączniki wg schematu na rysunku 2:

K1-K4 — przełączniki odbiorcze sygnałów kodowych przesyłanych linią kablową;

St — przełącznik sterujący;

Cs — przełącznik czasowy;

pK — przełącznik powtarzający stan przełącznika „K” zestawu sterującego;

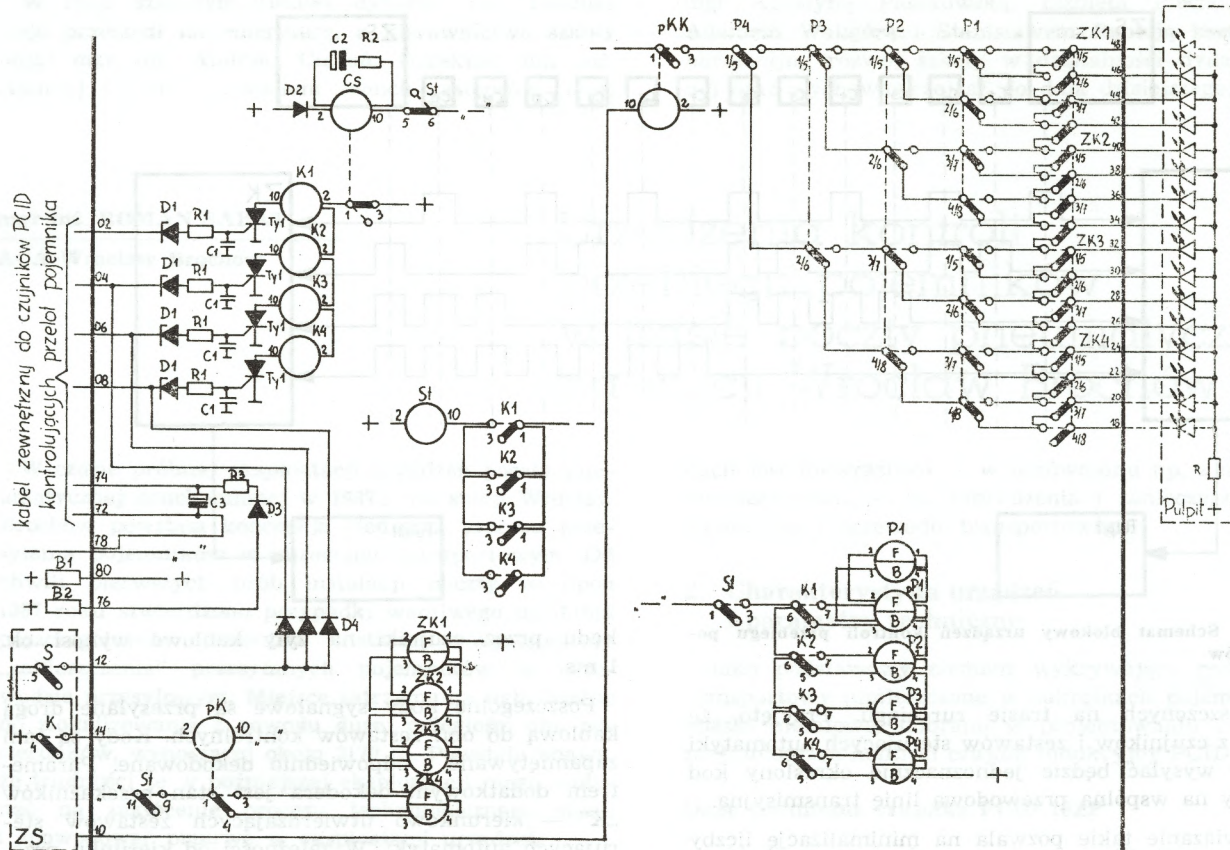
pKK — przełącznik włączenia podświetlenia sygnalizacji (powtarzacz obu przełączników „K” zestawów sterujących stacji nad.-odb.);

ZK1-ZK4 — przełączniki pamięciowe dekodera podświetlania kierunku przesyłania pojemników;

P1-P4 — przełączniki pamięciowe dekodera kodu ostatni wysłanego przez czujnik na linię kablowe;

5. Zasada działania zestawu kontrolnego i sygnalizacji na pulpicie

Działanie zostanie przeanalizowane na podstawie zestawu „B” wg rysunku 2.



Rys. 2. Schemat urządzeń kontroli przebiegu

W stanie zasadniczym przekaźniki K1-K4, St są w stanie biernym, zaś Cs w stanie wzbudzonym. W chwili startu pojemnika ze stacji nadawczej poprzez zestyki przekaźników K nr 4 oraz S nr 5 podane zostaje napięcie na bramki tyrystorów Ty przekaźników K2, K3, K4 (pierwszy kod). Sygnał ten zostanie również wysłany do zestawu kontrolnego stacji odbiorczej (zac. 02, 04, 06 zestawu). Poprzez zestyki 1-3 wzbudzonego przekaźnika czasowego Cs wzbudzeniu ulegną przek. K2, K3, K4. Przez ich zestyki 1-3 podane zostanie napięcie na wzbudzenie przekaźnika sterującego, a ten poprzez rozwarcie zestyków 5-6 spowoduje przerwę w obwodzie Cs.

W chwili startu wzbudzeniu ulegnie również przekaźnik pK. Przez zestyki wzbudzonego przekaźnika St 9-11 i zestyki 11-3 wzbudzonego pK wzbudzeniu ulegną przekaźniki ZK1-ZK4. Jednocześnie poprzez zestyki 1-3 przek. St oraz odpowiednie styki 5-6-7 przekaźników K1-K4 zapamiętany zostanie odebrany kod sygnałowy w grupie przekaźników pamięciowych P1-P4.

Obwód dekodera poda napięcie na końcówkę 46 ZK powodując zapalenie się pierwszej diody elektroluminescencyjnej w pulpicie.

Po upływie czasu odmierzonego przez R2C2 przekaźnika Cs nastąpi jego odwzbudzenie. Spowoduje to przerwę w zasilaniu przekaźników K1-K4. Przekaźnik St ulegnie odwzbudzeniu, a tyrystor przekaźnika K1 zostanie odblokowany. Odwzbudzony przekaźnik St poprzez zestyki 5-6 spowoduje ponowne wzbudzenie Cs.

Układ przechodzi w stan oczekiwania na odbiór kolejnego kodu sygnałowego, pamiętając stan poprzedniego sygnału na przekaźnikach P1-P4.

W chwili przesłania na zaciski 02-08 kodu z pierwszego czujnika na trasie działanie układu jest analogiczne.

Podświetleniu ulegają kolejne punkty świetlne (czerwone diody elektroluminescencyjne) w pulpiciach sterowniczych. Wygaszenie ostatniego punktu świetlnego następuje w chwili otwierania stacji odbiorczej, w której znajduje się przesyłany pojemnik.

Układ jest przystosowany do kontroli przemieszczania się pojemnika przy zmieniającym się kierunku (np. w przypadku awarii lub zaklinowania się pojemnika). Sprawdzenie kierunku odbywa się w obwodzie przekaźnika ZK1-ZK4. Dzięki takiemu rozwiązaniu podświetlona dioda w pulpicie oznacza zawsze ten sam odcinek kontrolowany rurociągu transportowego (w rozwiązaniu przykładowym jeden z trzynastu).

Zestaw kontrolny umieszczony na drugim posterunku działa wg takiej samej zasady. Zmianie ulega obwód dekodera (odwrotny) kierunek — zbliżanie się pojemnika lub oddalanie) oraz kod wysyłany w momencie startu ze stacji przeciwnej.

Układ zbudowany z R3, D3, C3 służy do zasilania czujników na trasie i stanowi odpowiedni filtr przeciwzakłóceńowy w celu uniknięcia niewłaściwego sygnalizowania w chwili zaników napięcia sieci zasilającej.

Dzięki obustronnemu zasilaniu czujników na trasie sygnalizacja działa niezależnie na obu posterunkach. Przy braku napięcia jednej ze stacji na pulpicie sterowniczym stacji przeciwnej położenie pojemnika sygnalizowane będzie w sposób prawidłowy.

6. Przebieg realizacji urządzeń kontroli

W trakcie realizacji PT urządzeń kontroli przebiegu pojemników wymagane były przerwy w eksploatacji

poczty pneumatycznej w celu: wymiany złączy pomiarowych, montażu czujników w złączach pomiarowych, wymiany kabli do pulpitu, wymiany pulpitu sterowniczych, zmiany okablowania stojaków i zestawów sterujących.

Szczególną uwagę zwrócono w czasie montażu czujników PCID w złącza pomiarowe, tak by nie wchodziły one w przekrój wewnętrzny rurociągu transportowego. Jednocześnie ich zbyt płytkie wkręcenie może jednak powodować niepewne działanie i niewykrywanie pojemnika.

W zależności od rodzaju tyrystorów $Ty1$ w obwodach przekaźników $K1-4$ powstała konieczność dobierania wartości rezystorów $R1$ w obwodach bramek tych tyrystorów.

Wprowadzenie urządzeń kontroli przebiegu do eksploatacji, oprócz spełnienia wymagań stawianych w założeniach znacznie zwiększyło zaufanie pracowników obsługi do całego pneumatycznego systemu transportu pojemników z dokumentami przewożymi.

Wieloprocessorowy system kierowania ruchem (WSKR) w obszarze sieci PKP i podsystem przekazywania informacji o pociągu*)

Coraz bardziej uzasadniona staje się potrzeba modernizacji struktury kierowania, sterowania i kontroli ruchu pociągów na PKP, z wykorzystaniem nowoczesnych środków technicznych. Konieczna jest poprawa regularności kursowania pociągów, wynikająca z podniesienia dyspozycyjności kierowania i powodująca — poza poprawą jakości usługi przewozowej — minimalizację zużycia energii trakcyjnej. Istotne jest również dążenie do zmniejszenia liczby personelu prowadzącego i humanizacja pracy tego personelu. Gabaryty modernizowanych urządzeń, ich materiałowo- i energochłonność, a co za tym idzie koszty utrzymania pomieszczeń dla urządzeń powinny być minimalizowane. Projektowanie urządzeń, uwzględniające cechy obszaru, powinno być automatyzowane, a budowa w możliwie szerokim zakresie powinna być przygotowywana metodami przemysłowymi. Realizację wymienionych potrzeb ułatwia możliwość szerokiego wykorzystania techniki mikrokomputerowej. Założenia te potwierdzają doświadczenia krajowe i zagraniczne.

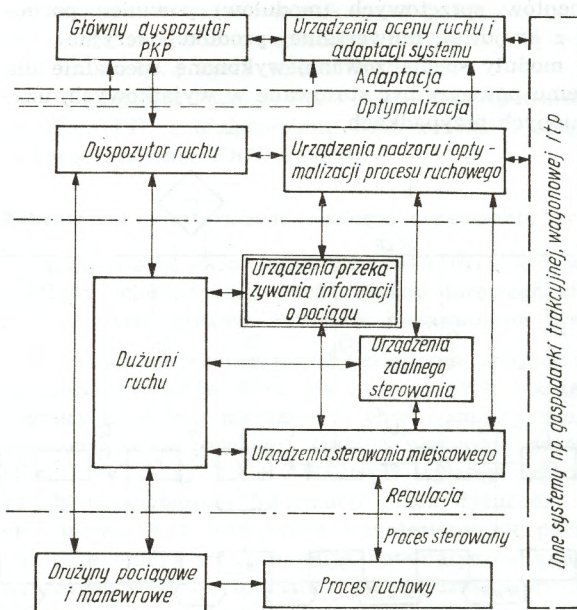
Do prowadzenia ruchu w obecnej strukturze (stacja — dyspozytura odcinkowa — dyspozytura okręgowa — główna dyspozytura PKP) na stacjach, poza nastawianiem przebiegów, wykonuje się szereg czynności związanych z informacją o przebiegu pociągu. Są podejmowane decyzje, jest prowadzonych wiele rozmów telefonicznych, wypełnia się dziennik ruchu i inne dokumenty. W dyspozyturach większość czasu pracy (40, 50, a nawet 60%) przeznaczają się na zbieranie informacji o pociągach. Informacja ta najczęściej dociera do dyspozytury z opóźnieniem. Uniemożliwia to wykorzystanie jej do operatywnego podejmowania decyzji odnośnie korekty następstwa pociągów w stosunku do planowanego rozkładu jazdy, co powinno być podstawowym zadaniem dyspozytora odcinkowego. Dokumentacja statystyczna zapełnia obszerne archiwa [1].

Wymienione cechy stanowią także genzę modernizacji. Badania nad modernizacją ruchu doprowadziły do opracowania koncepcji Wieloprocessorowego Systemu Kierowania, Sterowania i Kontroli Ruchu w obszarze sieci kolejowej, o skróconej nazwie WSKR [2]. System powinien być uniwersalny, to znaczy możliwy

do stosowania na różnych liniach i w węzłach PKP. Uniwersalność obejmuje układy torowe, technologię pracy ruchowej, natężenie i prędkości pociągów oraz wyposażenie w infrastrukturę urządzeń do nastawiania przebiegów, to znaczy stacyjnych i liniowych urządzeń srk.

1. Ogólna struktura WSKR

Jako optymalny dla PKP ze względu na dyspozycyjność, sterowanie i kontrolę ruchu uznano WSKR dla trójszczeblowego sposobu prowadzenia ruchu pociągów (rys. 1). Najniższy szczebel obejmuje stacje obsługiwane przez dyżurnych ruchu stacyjnych lub odcinkowych i stanowi warstwę regulacji. Wyższy szczebel to dyspozytura obszaru (linii i węzłów) stanowiące warstwę optymalizacji. Najwyższy szczebel to główna dyspozytura PKP odpowiadająca warstwie adaptacji.



Rys. 1. Struktura funkcjonalna systemu WSKR

Techniczna część systemu obejmuje rozproszoną sieć mikrokomputerową, połączoną z urządzeniami infrastruktury stacyjnej i liniowej oraz połączoną pomiędzy szczeblami hierarchii za pomocą łącz telegrafii wielokrotnej.

Obsługę operatorską stanowią dyżurni ruchu i dyspozytorzy posiadający odpowiednie urządzenia wejścia/wyjścia.

Ponieważ infrastruktura urządzeń sterowania ruchem na PKP jest bardzo różnorodna, system musi być do tego dostosowany.

Elementami systemu (podsystemami) będą zatem:

- nastawcze urządzenia mechaniczne MK, MP (kluźnicowe i pędniowe),
- nastawcze urządzenia elektryczne Ep, EM (przełącznikowe i w przyszłości mikroprocesorowe),
- liniowa blokada pólsmocznyma BP,
- liniowa blokada samoczynna BS,
- urządzenia przekazywania informacji o pociągu PIP w wersji PAi (PA + AW),
- urządzenia zdalnego sterowania ZS,
- urządzenia kontroli dyspozytorskiej CD,
- łącza teletransmisyjne ST-ST, ST-ZS, ZS-CD.

Na rysunku 2 pokazano przykładowo jednokrotne wystąpienie każdego rodzaju elementów systemu w układzie liniowym. W praktyce liczba ich będzie dostosowana do infrastruktury obszaru. Oprócz stacji znajdujących się w obszarze w niektóre elementy systemu muszą być wyposażone stacje styczne do obszaru. Powiązania z warstwą adaptacji nie pokazano, ponieważ nie stanowi przedmiotu pierwszego etapu badań.

2. Wymagania sprzętowe i programowe dla WSKR

Do realizacji funkcji WSKR brane są pod uwagę następujące wymagania:

- system powinien mieć strukturę modułową, wieloprocessorową, wielomagistralową,
- możliwie duży zakres wykorzystanych w systemie elementów sprzętowych (modułów) powinien pochodzić z krajowej, uniwersalnej produkcji seryjnej,
- moduły specjalizowane, wykonane specjalnie dla systemu powinny być stosowane w wyjątkowych, uzasadnionych przypadkach,

— dobór modułów powinien uwzględniać ich maksymalne wykorzystanie,

— na wszystkich poziomach systemu moduły powinny należeć do jednej rodziny sprzętowej, najlepiej czerpniętej przez jednego producenta,

— zwiększenie obszaru objętego systemem WSKR powinno być możliwe przez zwiększenie liczby modułów i łatwe wprowadzenie do systemu danych o obszarze,

— należy stosować moduły o znanej, wysokiej niezawodności, umożliwiające budowę systemu odpornego na uszkodzenia i zakłócenia, najlepiej sprawdzone na PKP,

— cechy bezpieczeństwa systemu należy realizować na drodze programowej (software) i sprzętowej (hardware),

— oprogramowanie systemowe powinno umożliwiać tworzenie oprogramowania użytkowego z zastosowaniem podejścia projektowania zstępującego i modułowego,

— segmenty programowe powinny być dostosowane do łatwego sprawdzania,

— przewidywać należy możliwości przechodzenia na sprzęt coraz to bardziej nowoczesny, np. o większej skali integracji, światłowodowy itd.,

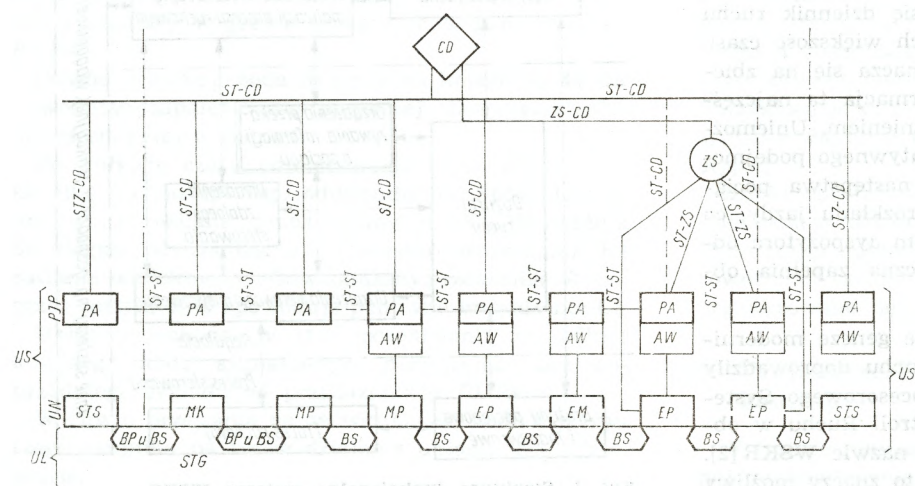
— dla przeprowadzenia pierwszego etapu badań (lata 1986—1990) należy zastosować sprzęt kompatybilny lub łatwo dostosowywalny do sprzętu przewidywanego do szerokiej produkcji przemysłowej w kraju.

3. Wybór obiektu eksperymentalnego

Celem pierwszego etapu badań jest głównie sprawdzenie funkcjonalności podsystemów i przydatności dysponowanego sprzętu oraz akceptowalności obsługi ruchowej.

Nowe elementy obsługi ruchowej obejmują głównie:

- wprowadzenie monitorów ekranowych dla zobrazowania sytuacji ruchowej i stanu urządzeń skr,
- zastąpienie prowadzenia rozmów telefonicznych obsługą klawiatury,
- zastąpienie wypełnianego ręcznie dziennika ruchu drukowaną na żądanie informacją o przebiegu pociągu,
- zastąpienie prowadzonej ręcznie dokumentacji statystycznej (wykresy ruchu, zestawienia regularności kursowania pociągów i inne), automatyczne two-



Rys. 2. Przykładowe elementy WSKR

zenie odpowiednich zbiorów i przechowywanie ich na komputerowych nośnikach informacji.

— wymuszenie przekazywania informacji o pociągu w czasie rzeczywistym lub bliskim czasu rzeczywistego wystąpienia zdarzenia.

Jako pierwszą linię wyposażoną sukcesywnie w elementy systemu WSKR proponuje się przyjąć linię Kraków — Medyka. Za wyborem przemawiają następujące względy:

— przyporządkowanie całej linii jednej Południowej Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych, co ułatwi wprowadzenie zmian organizacyjnych (likwidację dyspozytorów odcinkowych),

— długość linii umożliwiająca badanie centralnego kierowania i szacowania efektów modernizacyjnych,

— wyposażenie całej linii w blokadę samoczynną,

— wyposażenie dużej liczby stacji w urządzenia przekątnikowe i przewidywanie wyposażenia pozostałych stacji w te urządzenia,

— wyposażenie linii w łącza umożliwiające stosowanie dla transmisji telegrafii wielokrotnej.

— dobra reprezentacja sieci pod względem różnorodności ruchu,

— posiadanie przez DOKP doświadczeń we wdrażaniu systemów informatycznych obsługiwanych przez personel o średnich kwalifikacjach.

Następne linie wyposażone w WSKR mogą być nie wyposażone w blokadę samoczynną i urządzenia przekątnikowe. Będzie to jednak ograniczać realizację wszystkich funkcji WSKR.

4. Podsystem przekazywania informacji o pociągu (PIP)

Opis ogólny

Urządzenia PIP stanowią najbardziej oryginalne ogniwo systemu. Rolą tych urządzeń jest przekazywanie informacji o przebiegu pociągu pomiędzy sąsiednimi stacjami, pomiędzy stacjami i do dyspozytury (bezpośrednio lub poprzez urządzenia zdalnego sterowania), rejestrowanie przybycia i odjazdu pociągu ze stacji, tworzenie statystyk ruchowych i sprawozdawczych na szczeblu stacji, a także odbiór poleceń dotyczących sposobu prowadzenia ruchu od dyspozytora do stacji. Podstawowa informacja o pociągu zawiera dane o numerze, miejscu znajdowania się pociągu i czasie zajęcia punktu kontrolnego.

Może być także przekazana dodatkowa informacja, np. o czasie przebywania pociągu na szlaku, punktualności jazdy, zamknięciu toru szlakowego lub stacyjnego. W miarę potrzeby można wprowadzać dodatkowe informacje stałe np. charakteryzujące szlak lub zmienne np. charakteryzujące pociąg.

W przypadku wyposażenia stacji w urządzenia z izolacją torów i szlaków w blokadę samoczynną urządzenia PIP mogą być z nimi sprzężone i działać w dużym zakresie automatycznie (po wprowadzeniu numeru pociągu na stacji krańcowej obszaru). Jest to wersja PA + AW. Natomiast w pozostałych przypadkach oraz przy usterce urządzeń sprzężenia lub infrastruktury, np. przy jeździe pociągu na sygnał zastępczy urządzenia wymagają obsługi dyżurnego ruchu i pracują w wersji PA.

W przypadku samoczynnego działania urządzeń dyżurny ruchu jest zwolniony od czynności:

— telefonicznego zapowiadania odjazdu pociągu ze stacji i potwierdzania przybycia pociągu do stacji,

— telefonicznego przekazywania informacji o przebiegu pociągu do dyspozytora,

— prowadzenia zapisów w dzienniku ruchu i innych dokumentach.

Informacja, co stanowi istotną cechę urządzeń PIP jest przekazywana natychmiast po wystąpieniu zdarzenia, to znaczy, po zajęciu przez pociąg określonego punktu kontrolnego.

Informacja jest pobierana ze stanu przekątników kontrolujących przejazd pociągu z uwzględnieniem sekwencji ich działania oraz z pamięci mikrokomputera PIP, w której jest zapisana charakterystyka stacji i bieżąca informacja o ruchu pociągów napływająca od sąsiadów.

W przypadku braku automatycznej kontroli przebiegu (wersja PA) dyżurny ruchu obsługuje urządzenia PIP, ale zamiast co najmniej trzech czynności dotychczasowych (telefon do sąsiada, do dyspozytora, zapis) wykonując tylko jedną czynność polegającą na obsłudze klawiatury.

Struktura sprzętowa urządzeń PIP

Struktura sprzętowa urządzeń PIP jest pokazana na rys. 3. Stanowisko dyżurnego ruchu obejmuje:

— monitor ekranowy dla zobrazowania sytuacji ruchowej i konwersacji dyżurnego ruchu z systemem,

— klawiaturę do wprowadzania danych do systemu,

— drukarkę rejestrującą obieg informacji o ruchu pociągów, która docelowo może być zastąpiona innym nośnikiem informacji przechowywanym np. w Centrum Dyspozytorskim.

Oprócz tego w skład urządzeń PIP wchodzi w wersji eksperymentalnej

— mikrokomputer z procesorem Z80, pamięcią ROM i RAM i z modułami powiązania z urządzeniami telegrafii wielokrotnej,

— modemy telegrafii wielokrotnej TgFm dla powiązania urządzeń PIP z sąsiednimi stacjami i dyspozyturą za pomocą łączy telefonicznych,

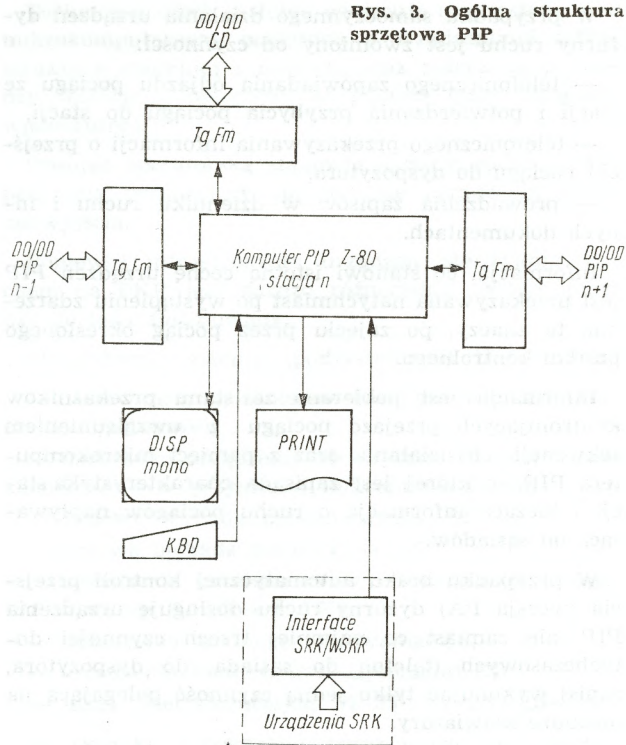
— w przypadku wersji PA + AW układy powiązania urządzeń PIP z urządzeniami nastawczymi i blokadą liniową (interface SRK/WSKR).

Zobrazowanie informacji, obsługa, organizacja pracy

Na monitorze ekranowym urządzeń PIP, jest wyświetlany schematyczny obraz układu torowego stacji i przyległych szlaków. Przykład pokazano na rys. 4.

W polach odpowiadających miejscom znajdowania się pociągów wyświetlane są numery tych pociągów. Numery zmieniają położenie w chwili zmiany miejsca znajdowania się pociągu. Zmiana następuje automatycznie (w wersji PA + AW), bądź wymaga wprowadzenia odpowiedniej informacji przez dyżurnego ruchu (wersja PA). Informacja o znalezieniu się pociągu na torze stacyjnym powoduje automatyczne nadanie do sąsiada i do dyspozytora potwierdzenia przyjęcia pociągu. Informacja taka ma postać telegramu o treści:

Rys. 3. Ogólna struktura sprzętowa PIP



Pociąg nr.... wjechał na tor stacyjny nr.... na stację.... o godz....

Informacja o znalezieniu się pociągu na torze szlaku powoduje przekazanie do sąsiada i do centrum telegramu o treści:

Pociąg nr... wyjechał po torze.... ze stacji.... do stacji.... o godz....

Poza wymienionymi telegramami podstawowymi mogą być przetwarzane przez podsystem PIP inne telegramy dotyczące ruchu pociągów oraz telegramy techniczne np. sprawdzające poprawność działania transmisji. Telegramów ruchowych oprogramowano dla pierwszej wersji eksperymentalnej — 20. Są to telegramy najczęściej używane. Przykładowe z nich mają treść:

*czy droga dla pociągu nr.... jest wolna?
droga dla pociągu nr.... jest wolna
wprowadzam zapowiadanie telefoniczne po torze
odwołuję zapowiadanie telefoniczne po torze
zamykam tor nr....
odwołuję zamknięcie toru nr....
na tor nr.... wyprowadzam pociąg roboczy....*

Wszystkie telegramy zawierają treść objętą przepisami ruchu R1. Telegramy te są wprowadzane do urządzeń za pomocą klawiatury. Klawiatura powinna obejmować klawisze alfabetyczne, numeryczne oraz funkcyjne. Wprowadzenie klawiszy funkcyjnych ułatwia obsługę urządzeń. Wprowadzenie telegramu wymaga wybrania funkcji (numera) telegramu oraz wprowadzenia informacji zmiennej: adresata, numeru pociągu, numeru toru. Czas i adres nadawcy są wprowadzane automatycznie.

Treść wprowadzonego do systemu telegramu oraz adresat zostają wyświetlone na monitorze w obszarze konwersacyjnym. Po sprawdzeniu zgodności treści zamierzonej z wprowadzoną dyżurny akceptuje telegram, co powoduje nadanie go do

adresata lub adresatów (sąsiad i CD). Wprowadza się systemowe zabezpieczenia wykorzystania niewłaściwych przycisków klawiatury i wprowadzania niewłaściwej informacji. Dotyczy to np. wprowadzenie pociągu o nieistniejącym numerze lub na nieistniejący tor. Jeżeli na torze szlaku znajduje się kilka pociągów, to na ekranie monitora wyświetlany jest numer pociągu wyprawionego w pierwszej kolejności (najbliższej stacji odbioru pociągu), numer pociągu wyprawionego w ostatniej kolejności (najbliższej torów stacji wyprawiającej) i pomiędzy tymi numerami wyświetlana jest liczba pozostałych pociągów na szlaku. Numery tych pociągów dyżurny może mieć na życzenie wyświetlone w obszarze konwersacyjnym (środkowa część ekranu). Poza tym na monitorze mogą być wyświetlane dodatkowe informacje jak np. tor zamknięty (tor nr 2 do Bochni), zapowiadanie telefoniczne po torze (tor nr 2 do Kłaje), tor nie zelektryfikowany (7N).

W miarę potrzeby jest możliwe wprowadzenie innych, dodatkowych stałych i zmiennych informacji. Mogą one dotyczyć torów szlakowych, torów stacyjnych i struktury pociągów.

Poza zobrazowaniem informacji na układzie torowym dyżurny ruchu może zażądać wyświetlenia na monitorze dziennika ruchu dla wybranego przedziału czasowego. Poza nagłówkiem każdy wiersz na ekranie dotyczy jednego pociągu. Jest wyświetlana informacja o przyjmowaniu pociągu, jego przebywaniu na stacji oraz wyprawianiu.

Dyżurny ruchu może zażądać wydrukowania dziennika ruchu. Wydruk obejmuje wiersze całkowicie wypełnione, to znaczy dotyczące pociągów, o których obieg informacji jest dla danej stacji zakończony.

Pierwsze badania eksperymentalne

Pierwsze badania eksperymentalne urządzeń PIP przeprowadzono na stacjach Bochnia i Brzesko — Okocim. Urządzenia pracowały w wersji PA, w końcu stycznia 1988 r. Eksperyment potwierdził poprawność funkcjonalną i możliwość realizacji funkcji na sprzęcie mikrokomputerowym z procesorem Z-80 z wykorzystaniem telegrafii wielokrotnej. Przydatność ruchowa i obsługa urządzeń została zaakceptowana przez służbę ruchu.

Dalsze prace nad urządzeniem PIP będą prowadzone w celu optymalizacji programów, rozbudowy funkcjonalnej, badania przydatności i niezawodności sprzętu oraz odporności działania urządzeń na zakłócenia. Przewiduje się, że rozbudowa funkcjonalna obejmie: włączenie większej liczby stacji, włączenie funkcji kontroli regularności ruchu, powiązanie z Centrum Dyspozytorskim, powiązanie z urządzeniami srk (wersja PA + AW) w pierwszej kolejności z urządzeniami przekątnikowymi na stacjach i blokadą samoczynną na szlakach, powiązanie z urządzeniami Zdalnego Sterowania.

Możliwa jest także rozbudowa urządzeń PIP o dalsze, dodatkowe funkcje.

Bibliografia

- [1] M. Dąbrowa-Bajon, K. Grochowski, W. Zabłocki: *Sterowanie ruchem w rejonie sieci kolejowej*, Automatyka Kolejowa nr 9/1986.

- [2] *Wieloprocessorowy System Kierowania Ruchem* — Koncepcja, Praca IT.PW. — 1986 COB i RTK.
- [3] *Wieloprocessorowy System Kierowania Ruchem* — Założenia, Praca IT.PW. — 1987, wykonana w ramach CPBR 9.3 zad. 07.098.

*) Prace nad WSKR są prowadzone w Zakładzie Sterowania Ruchem Instytutu Transportu Politechniki Warszawskiej przez wieloosobowy zespół. Kierownictwo naukowe sprawuje prof. dr hab. inż. **Mirosława Dąbrowa-Bajon**, a kierownictwo organizacyjne dr inż. **Wiesław Zabłocki**. Głównym konsultantem do spraw ruchowych jest dr inż. **Krzysztof Grochowski**. W opracowaniu koncepcji podsystemu PIP uczestniczyli: mgr inż. **Jan Łyżwiński**, mgr inż. **Włodzimierz Wojda**, mgr inż. **Maciej Sztompka**.

Oprogramowanie eksperymentalne wykonali: **Mariusz Maciejewski** — kierownik grupy oraz **Sławomir Jasiński** i **Jacek Skorupski**. Pierwszy eksperyment przeprowadziła grupa pod kierunkiem dra **Ireneusza Sitka**.

(dokończenie z 4 strony okładki)

tej drogi i uzyskanej prędkości. Od początku 1984 r. trwają badania pięciu prototypów urządzenia LZB 80 (lokomotywy serii 103 i 120 oraz pociągi Intercity Experimental).

Kollmannsberger F.: Die Zugbeeinflussung als Instrument zur Erhöhung der Geschwindigkeit. **Oddziaływanie tor-pojazd jako narzędzie zwiększenia prędkości**. Eisenbahntechnische Rundschau 1986 nr 11 s. 717—724, 6 rys.

Omówiono metody bezpośredniego i pośredniego sterowania pociągami. Przedstawiono punktowy i ciągły sposób oddziaływania tor-pojazd. Omówiono systemy sterowania dla wielkich prędkości. Opisano najnowsze doświadczenia na nowo budowanych szlakach sieci DB (podział na odcinki blokowe, następstwo pociągów oraz sposoby wyświetlania sygnałów). Opisano stan techniki liniowego oddziaływania tor-pojazd (LZB) na sieci DB — ograniczenia techniczne oraz możliwości zastosowania LZB w przyszłości, z podaniem linii już wyposażonych i przewidzianych do wyposażenia w urządzenia LZB.

Ferber H.G.: Einführung des mikrorechnergestützten Systems „Wagenbehandlung” im Hauptdienstzweig Wagenwirtschaft der DR. **Wprowadzenie mikrokomputerowego systemu w gospodarce wagonowej DR**. Eisenbahnpraxis 1986 nr 6 s. 231—232, 2 fot.

Koleje NRD opracowały program automatyzacji i zastosowania ETO w procesach kierowania, planowania, przygotowania produkcji i sprawozdawczości w podstawowych służbach DB na lata 1986—90. W IV kwartale 1986 r. uruchomiono w ramach tego programu odpowiedni system dotyczący wagonów. Oprzyrządowanie tego systemu stanowią system komputerowy A6402. Opisano elementy i zakres zastosowania systemu oraz wyszczególniono liczbowe dane wejściowe. Przewiduje się, że do 1990 r. w gospodarce wagonowej DR będzie funkcjonowało 27 omawianych systemów.

AUTOMATYKA KOLEJOWA

M I E S I Ę C Z N I K T E C H N I C Z N O - G O S P O D A R C Z Y

PL ISSN 0137-2858 — Indeks 35192

Rok X (XXXV) sierpień 1988

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
ul. Kazimierzowska 52, 02-546 Warszawa

UKD—656:65.011.42

STANISŁAW STANKIEWICZ — **Technika światłowodowa — niektóre podstawowe pojęcia i określenia**, Automatyka Kolejowa, rok XI(XXXV), nr 8/1988 r., s. 153

Omówienie — w kolejności alfabetycznej — pojęć i określeń używanych w technice światłowodowej.

UKD—625.171

JÓZEF WIECZOREK — **Niektóre aspekty utrzymania i przebudowy elektrycznych obwodów torowych**, Automatyka Kolejowa, rok XI(XXXV), nr 8/1988 r., s. 160

Autor omawia znaczenie właściwego utrzymania odcinków izolowanych i ich wpływ na działanie elektrycznych obwodów torowych. Wymienia czynniki, które oddziałują niekorzystnie na pracę odcinków izolowanych.

JAN MACHLOWSKI — **30 lat wydziału „Telekomunikacja kolejowa” w Technikum Kolejowym w Krakowie**, Automatyka Kolejowa, rok XI(XXXV), nr 8/1988 r., s. 166

Rys historyczny dotyczący otwarcia wydziału telekomunikacja kolejowa w roku szkolnym 1954—1955 w Technikum Kolejowym w Krakowie. Działalność szkoły w okresie 30 lat. Nazwiska zasłużonych pedagogów. Zakres nauczania.

UKD—656.86:656.2.004.1

ROMAN SABAT — **Urządzenia kontroli przebiegu pojemników w trasie poczty pneumatycznej na stacji Wrocław Brochów**, Automatyka Kolejowa, rok XI(XXXV), nr 8/1988 r., s. 170

Charakterystyka urządzeń, ich parametry techniczne, zasada działania.

UKD—654.9/.94.001.4

Wieloprocessorowy system kierowania ruchem (WSKR) w obszarze sieci PKP i podsystem przekazywania informacji o pociągu, Automatyka Kolejowa, rok XI(XXXV), nr 8/1988 r., s. 173

Omówienie badań dotyczących działania i zastosowania Wieloprocessorowego Systemu Kierowania Ruchem dla potrzeb PKP. Ogólna struktura systemu. Wymagania, jakim powinien ww. system odpowiadać (pod względem wyposażenia w sprzęt oraz możliwości programowych).

Z zagranicznej literatury fachowej

Weber H., Kempfert O.: Zukunftsorientierte Zugnummernmeldeanlage — ZNP 801. **Przyszłościowe urządzenia awizacji numerów pociągów**. Signal und Draht 1986 nr 11 s. 234—238, 5 rys.

Przedstawiono mikroprocesorowy system awizacji numerów pociągów opracowany przez firmę Philips. Mikroprocesorowa jednostka centralna składa się z mikroprocesora Typ Z80B, pamięci EPROM 160 kB i pamięci RAM 64 kB. Numer pociągu jest prezentowany na wskaźnikach typu LED, umieszczonych na pulpicie nastawczym. Dyżurny wprowadza dane do systemu za pomocą testatury dziesiętnej i testatury poleceń.

Schiwek L.: Failsafe-Schaltungen mit der LOGISAFE-GS-Technik. **Obwody bezpieczne realizowane techniką LOGISAFE-GS**. Signal und Draht 1986 nr 9 s. 192—197, 11 rys. bibliogr. 4 poz.

Przedstawiono przesłanki wprowadzania bezpiecznych systemów komputerowych i trudności w ich realizacji — w porównaniu z techniką dyskretną. Omówiono system konstrukcji bezpiecznych obwodów sterowania LOGISAFE (firma AEG), zaprojektowany w technologii hybrydowej (wysoka niezawodność). Omówiono elementy techniki LOGISAFE-GS (system prądu stałego), jak: bramki logiczne i wzmacniacze, czy układy stopni wykonawczych małej mocy. Określono warunki i poziom bezpieczeństwa systemu. Zastosowania elementów LOGISAFE-GS. Omówiono realizację bezpiecznego systemu mikrokomputerowego LOGISIRE (dwa 16-bitowe procesory 8086).

Matthies W.: Dienstleistungsmerkmale des Integrierten Text — und Datennetzes der DB (IN). **Charakterystyki służbowe zintegrowanej sieci tekstów i danych DB (IN)**. Signal und Draht 1986 nr 10 s. 212—217, 6 rys. bibliogr. 3 poz.

Omówiono funkcje informatycznej sieci przesyłania tekstów i danych. Przedstawiono model otwartego systemu sieci wg zaleceń ISO z omówieniem każdej z siedmiu warstw podstawowych. Określono własności techniki informacji pakietowej. Podano charakterystykę eksploatacyjną sieci, jak: rodzaje połączeń i sterowania, prędkość i sposoby prowadzenia transmisji, koncentrację sieci i przyłączy (węzłów), sposoby adresowania, czasy transferu, częstość występowania błędów, wyłączone grupy abonentów i priorytety. Omówiono tendencje rozwojowe sieci telekomunikacyjnych (możliwość uzyskania prędkości transmisji do 64 kB/s na łączu abonenckim).

Brauer H., Lotz A.: Dezentrale Weichensteuerung für vereinfachte Funktionsbedingungen. **Zdecentralizowane sterowanie zwrotnicami dla uproszczonych warunków ruchowych**. Signal und Draht 1986 nr 9 s. 182—192, 4 rys. bibliogr. 3 poz.

Przedstawiono definicję zdecentralizowanego sterowania zwrotnicami z napędem elektrycznym. Omówiono zadania i możliwości zastosowania tak przyjętego spo-

sobu sterowania zwrotnicami nie związanymi zależnościami, zwłaszcza dla: kolei zakładowych i przemysłowych, zwrotnic pojedynczych lub grup zwrotnic na stacjach postojowych i na bocznicach, tj. w nieskomplikowanych warunkach ruchowych. Omówiono sterowanie lokalne i zdalne, integrację zdecentralizowanego sposobu sterowania z organizacją systemów transportowych, organizację dróg przebiegów pociągów i manewrowych. Przedstawiono strukturę i sposób wykonania systemu firmy AEG.

Caeserlein H., Hartl J.: Das Elektronische Dasasystem der Deutschen Bundesbahn. **System elektroniczny automatycznej łączności DB**. Signal und Draht 1986 nr 10 s. 206—211, 4 rys.

Opisano system automatycznej łączności kolei RFN. Przedstawiono stan techniczny sieci łączności i przesłanki wyposażenia jej w nowoczesną technikę elektroniczną z zachowaniem norm CCITT. Firmy uczestniczące w przedsięwzięciu modernizacji systemu w latach 1984—1985. Charakterystyki przyszłej sieci łączności (przyłączanie abonentów, sposób powiadamiania, przyłączenia kabli dalekosiężnych oraz strukturę sieci). Program inwestycyjny i zakres prac w różnych dystryktach kolejowych oraz harmonogram uruchamiania systemu w nowej wersji do 1990 r.

Klotz P., Scholz R.: Das Betriebsfernmeldesystem BF 80 in der Erprobung. **System łączności ruchowej BF 80 w badaniach**. Signal und Draht 1986 nr 11 s. 230—233, 6 rys. bibliogr. 1 poz.

Omówiono celowość wprowadzenia ujednoliconego systemu telekomunikacyjnego (BF 80) dla łączności kolejowej związanej z ruchem pociągów. Przedstawiono system BF 80 poddany badaniom eksploatacyjnym. Omówiono jego konfigurację, sposób wykonania poszczególnych zespołów, uruchomienie próbnych urządzeń. Przedstawiono przebieg badań i prób systemu (stacja Appenweier), a także wskazówki dla personelu dotyczące techniki obsługi i warunków utrzymania urządzeń. Przeprowadzono analizę błędów w pracy systemu (usterki software i hardware). Podano wyniki badań i wskazówki dotyczące produkcji seryjnej.

Bäcker F., Kern U.: LZB 80, das Fahrzeuggerät der Linienzugbeeinflussung für die Deutsche Bundesbahn. **LZB 80, urządzenie pojazdowe liniowego oddziaływania tor — pojazd dla DB**. Eisenbahntechnische Rundschau 1986 nr 11 s. 725—728, 4 rys. bibliogr. 5 poz.

Omówiono postęp w rozwoju urządzeń liniowego oddziaływania tor-pojazd, w tym konstrukcję urządzeń pojazdowych. Przedstawiono koncepcję nowego systemu LZB 80. Omówiono sposób adresowania telegramów i kontroli położenia pociągu na szlaku w nowym systemie LZB, a także listę rozkazów dla warunków jazdy. Przedstawiono techniczne właściwości urządzenia pojazdowego (LZB 80), np. zastosowanie mikroprocesora i pomiaru przyspieszeń do kontroli przeby-

(dokończenie na 3 str. okładki)